

УДК 677.019.53

**АНАЛИЗ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТОВ ТКАНЫХ ПОЛОТЕН**

**ANALYSIS OF MEANS OF AUTOMATED CONTROL
OF DEFECTS OF WOVEN FABRIC**

А.М. ПИЩУХИН, О.А. ПИЩУХИНА
A.M. PISHCHUKHIN, O.A. PISHCHUKHINA

(Оренбургский государственный университет)
(Orenburg State University)

E-mail: pishchukhin55@mail.ru, fit@mail.osu.ru

Работа посвящена анализу средств автоматизации основной операции в разбраковке тканей – сканированию. Выявлена тенденция уменьшения массогабаритных показателей сканирующей системы, и предложена перспективная в этом отношении конструкция. Непосредственное распознавание дефектов осуществляется другим средством автоматизации – компьютером, в связи с чем рассмотрены алгоритмы распознавания. Основное внимание уделено спектральному анализу пространственных частот в считанном изображении ткани, как в наиболее близком к природе полотняного переплетения. Предложено оценивать "распознающую силу" признаков не только критерием Горелика с соавторами, но и средним его значением для всех классов и диапазоном его оценки.

The paper analyzes the basic operation of automation in the grading of fabrics - scan. The tendency of reducing the weight and size parameters of the scanning system and offered promising in this regard design. Direct detection of defects by another means of automation – Computer, in connection with what are considered recognition algorithms. The focus is on spectral analysis of spatial frequencies in the read image of tissue as the most close to nature plain weave. It is proposed to assess the "senses the force" features not only the criterion Gorelik et al, but its average value for all classes and a range of its estimates.

Ключевые слова: сканирование, распознавание дефектов ткани, признаки распознавания, средства автоматизации.

Keywords: scanning, recognition tissue defects, signs of recognition, automation.

Автоматизация операции сканирования обычно осуществляется с помощью сканирующей системы, включающей следующие три элемента: осветительное и фотоприемное устройства, браковочный стол с протягиваемой по нему тканью, подлежащей контролю. Система функционирует следующим образом: осветительное устройство посылает свет на контролируемую ткань; отраженный от ткани свет, несущий информацию о дефектах, воспринимается фотоприемным устройством.

Несмотря на небольшое количество составляющих элементов, конструкция сканирующей системы может иметь разное исполнение. В самом простом случае осветительное и фотоприемное устройства могут состоять из множества элементов (с учетом того, что разрешающая способность должна приближаться к размерам нитей, которых в основе может быть больше 2000), вытянутых в линию (рис. 1 – система сканирования по ширине ткани) [1], а ткань протягивается по плоскому столу. Критериями выбора средств автоматизации обычно служат массогабаритные, стоимостные и точностные показатели. С этой точки зрения недостатком такой конструкции являются слишком жесткие требования к близости технических характеристик большого количества элементов осветительной и фотоприемной линеек, что, в конечном счете, сказывается на точности распознавания дефектов.

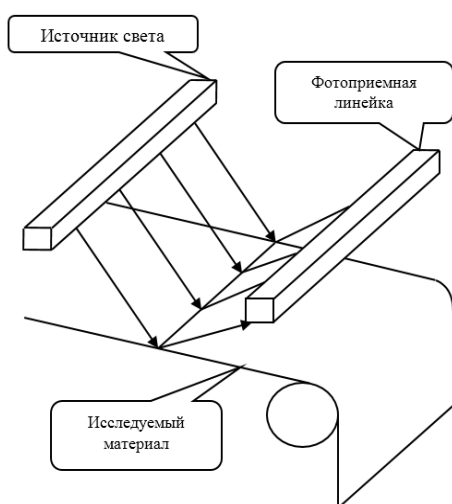


Рис. 1

Частично устранить этот недостаток можно, применив в качестве источника освещения лазер и уменьшив тем самым количество источников света до одного [1]. Для последовательного освещения всех точек ткани по ее ширине лазерный луч должен совершать сканирующие движения, а для создания одинакового угла падения луча на ткань необходимо изогнутое определенным образом зеркало, стоимость которого из-за сложной поверхности достаточно высока.

Фотоприемную линейку также можно свести к одному элементу, придавая ткани форму в виде дуги окружности и применяя сканирование ткани вращающимся зеркалом (рис. 2) [1]. Однако недостатком такой конструкции является неустранимая вибрация вращающегося зеркала, вносящая дополнительные помехи, и сниженная производительность из-за последовательного сканирования дуги ткани.

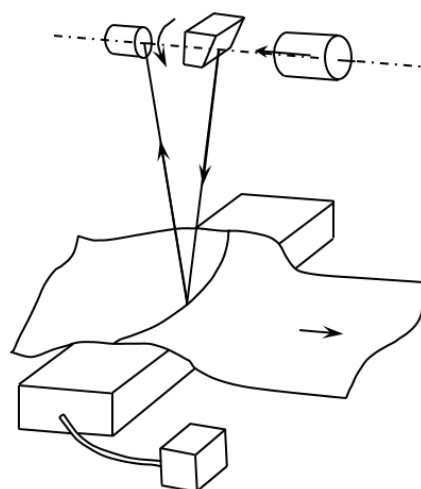


Рис. 2

Устранить указанный недостаток позволяет схема сканирующей системы, изображенная на рис. 3 [2]. Конструкция подсистемы включает четыре зеркальных конуса, три линзы, источник освещения, формирователь плоского луча, стандартную ПЗС-линейку, а значит поставленную на поточное изготовление и потому недорогую, а также вакуумный формирователь ткани в виде дуги с помощью насоса. При этом конусы 5 и 8 имеют наклон образующей в 45° .

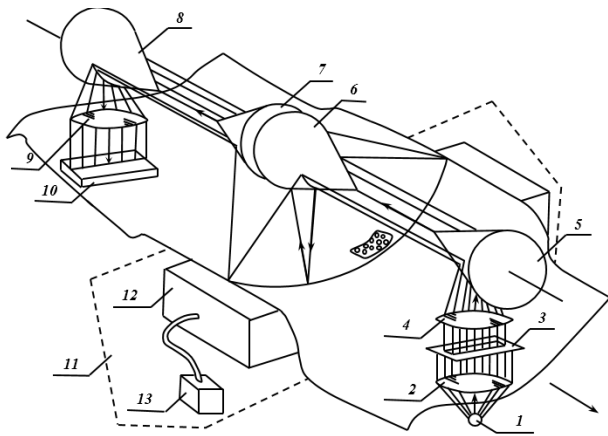


Рис. 3

Во всех этих схемах сканирование поверхности ткани в одном направлении производится за счет протягивания ее вдоль рабочего стола. В перпендикулярном же направлении изображение ткани считывается фотоприемным устройством – в последнем случае в виде линейки на приборах с зарядовой связью (ПЗС-линейки), с которой затем информация считывается с помощью электронных средств. За счет расположения на оси свернутой полукругом с помощью вакуумного формователя ткани измерительная часть сканирующей системы может иметь очень низкие массогабаритные характеристики при высокой точности считывания информации о дефектах ткани и доступной стоимости за счет стандартной ПЗС-линейки.

Автоматизация операции распознавания дефектов (пороков) ткани может осуществляться с помощью компьютера. При этом существует большое количество специальных алгоритмов распознавания адаптированных к тому или иному виду порока ткани [3], [4]. Однако в то же время существует большое количество пороков, появляющихся при прядении, ткачестве и отделке. Специальные алгоритмы требуют вычисления разных (часто однократно используемых) признаков, из-за чего время распознавания возрастает. Здесь необходимо искать некий универсальный алгоритм.

Ткань с полотняным переплетением по своей структуре представляет регулярное переплетение нитей. Очевидно, на частоте переплетения будет наблюдаться резонансный всплеск на графике спектральной плотности

мощности (СПМ) изображения ткани в пространственно-частотной области (рис. 4 – СПМ отложена в децибелах, по горизонтали номера фильтров; для 10 дефектов).

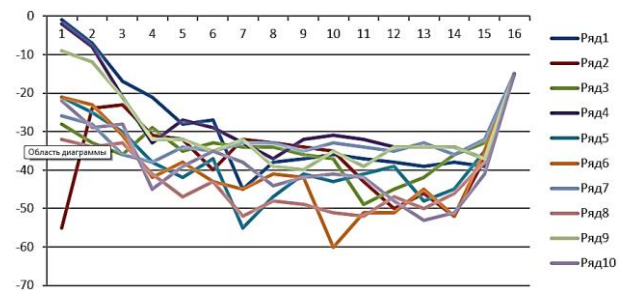


Рис. 4

Всякое отклонение этого всплеска от эталонной формы будет говорить о наличии порока [2], [5]. Кроме того, существует метод информативных гармоник [6], который утверждает, что всегда есть определенные частоты, на которых фильтры наиболее чувствительны к информации об определенных пороках. Количество и частоты настройки этих фильтров необходимо выбирать из заданной точности распознавания и оценки "распознающей силы" признаков в виде откликов этих фильтров на предъявленное изображение ткани с пороками [7]. "Распознающая сила" признаков может быть оценена с помощью критерия [8], равного отношению произведения дисперсий данных относительно эталона класса к квадрату расстояния между классами. Однако этот критерий сравнивает только два класса дефектов. Для распознавания всей гаммы дефектов необходимо выбирать частоту фильтра, на которой все классы максимально разнесены.

Для сравнения можно выбирать среднее значение упомянутого коэффициента, тогда лучшим является фильтр с первой частотой на рис. 4. Однако высокое среднее значение критерия может получаться из-за большого отстояния только одного класса дефектов, что и происходит на рис. 4. Можно сравнивать максимальное и минимальное значение этого критерия. Чем ближе они друг к другу, тем равномернее распределена по классам "распознающая сила" данного признака (значение СПМ на данной частоте) – по этому показателю лучшим является фильтр

с частотой 11 на рис. 4. С другой стороны, увеличение количества выбранных фильтров повышает точность распознавания, но удорожает подсистему, поэтому здесь надо решать оптимизационную задачу.

ВЫВОДЫ

Размещение измерительной части сканирующей системы на оси свернутой полуокругом с помощью вакуумного формователя ткани позволяет резко снизить ее массогабаритные показатели при сохранении точности и производительности. Выбор в качестве основы для распознавания дефектов ткани аппарата пространственных частот позволяет создавать универсальные алгоритмы распознавания. При оценивании "распознающей силы" признака необходимо не только попарное ее сравнение, но и определение среднего ее значения по всем классам или диапазона разброса, что позволяет выбрать наиболее эффективные признаки и минимизировать их количество.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пищухин А.М. Информационно-измерительная система классификации дефектов ткани: Дис.... канд. техн. наук. – Самара, 1996.
2. Патент РФ на изобретение RUS 2417366. Устройство для обнаружения дефектов поверхности движущегося гибкого материала. Пищухин А.М., Коршунова Т.И., Пищухина О.А.; опубликовано 27.04.2011, Бюл. № 12.
3. *Ajay Kumar*. Computer Vision-based Fabric Defect Detection: A Survey // *Industrial Electronics, IEEE Transactions on* Volume: 55, Issue: 1 Page(s): 348 – 363. DOI: 10.1109/TIE.1930.896476
4. *Padmavathi S., Prem P., Praveenn D.* Locating Fabric Defects Using Gabor Filters // *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)*. – Vol. 2. Issue 8. November 2013. P.472...478.
5. *Коршунова Т.И., Пищухин А.М., Пищухина О.А.* Контроль качества ткани с полотняным переплетением // *Контроль. Диагностика*. – 2012, №1. С.62...66.

6. *Шевеленко В.Д., Кутузов В.И., Раимова А.Т.* Фильтрация измерительных сигналов формированием ортогонализирующих полиномов // *Электромагнитные волны и электронные системы*. – 2001, №2-3. С.35...37.

7. *Пищухин А.М., Коршунова Т.И.* Выбор значений непрерывных признаков для классификации объектов при контроле качества ткани // *Контроль. Диагностика*. – 2000, №5. С. 7...8.

8. *Горелик А.Л., Гуревич И.Б., Скрипкин В.А.* Современное состояние проблемы распознавания: некоторые аспекты. – М.: Радио и связь, 1985.

REFERENCES

1. *Pishchukhin A.M.* Informatsionno-izmeritel'naya sistema klassifikatsii defektov tkani: Dis....kand. tekhn. nauk. – Samara, 1996.
2. Patent RF na izobretenie RUS 2417366. Ustroystvo dlya obnaruzheniya defektov poverkhnosti dvizhu-shchegosya gibkogo materiala. *Pishchukhin A.M., Korshunova T.I., Pishchukhina O.A.*; opublikovano 27.04.2011, Byul. № 12.
3. *Ajay Kumar*. Computer Vision-based Fabric Defect Detection: A Survey // *Industrial Electronics, IEEE Transactions on* Volume: 55, Issue: 1 Page(s): 348 – 363. DOI: 10.1109/TIE.1930.896476
4. *Padmavathi S., Prem P., Praveenn D.* Locating Fabric Defects Using Gabor Filters // *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)*. – Vol. 2. Issue 8. November 2013. P.472...478.
5. *Korshunova T.I., Pishchukhin A.M., Pishchukhina O.A.* Kontrol' kachestva tkani s polotnyanym perepleteniem // *Kontrol'. Diagnostika*. – 2012, №1. S.62...66.
6. *Shevelenko V.D., Kutuzov V.I., Raimova A.T.* Fil'tratsiya izmeritel'nykh signalov formirovaniem ortogonaliziruyushchikh polinomov // *Elektromagnitnye volny i elektronnye sistemy*. – 2001, №2-3. S.35...37.
7. *Pishchukhin A.M., Korshunova T.I.* Vybor znacheniy nepreryvnykh priznakov dlya klassifikatsii ob'ektov pri kontrole kachestva tkani // *Kontrol'. Diagnostika*. – 2000, №5. S. 7...8.
8. *Gorelik A.L., Gurevich I.B., Skripkin V.A.* Sovremennoe sostoyanie problemy raspoznavaniya: nekotorye aspekty. – М.: Radio i svyaz', 1985.

Рекомендована кафедрой управления и информатики в технических системах. Поступила 26.05.16.