

# 异性棉纤维智能检测和除杂方法研究

庄晓燕,周森鑫

(安徽财经大学 信息工程学院,安徽 蚌埠 233041)

**摘要:**文中在研究国内外异性棉纤维检测方法的基础上提出智能异性棉纤维检测和除杂系统。该系统主要有智能机器视觉、智能反馈、智能除杂等三个重要环节,智能机器视觉是利用不同异性纤维在不同波段的光谱特征通过智能图像融合提取杂质信息,智能反馈系统主要是根据检测信息智能处理反馈信号,智能除杂系统主要针对杂质的分布情况智能处理各喷头的风力。同时采用复杂适应系统理论解决多智能体之间的协同配合问题。实验结果表明该方法能大大提高检测效率和除杂精度。

**关键词:**异性棉纤维检测;融合成像;复杂适应系统;智能控制

**中图分类号:**TP301

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2010)01-0225-04

## The Research on Intelligence Method for Detecting and Cleaning up Foreign Fiber from Cotton

ZHUANG Xiao-yan, ZHOU Sen-xin

(Information Engineering School of Anhui University of Finance & Economics, Bengbu 233041, China)

**Abstract:** Put forward the intelligence opposite foreign fiber detection fiber and clean up in the foundation of studying the domestic and international methods. The system mainly are made up of intelligence machine sense of vision, intelligence feedback, intelligence clean up etc. The intelligence machine sense of vision is to withdraw information by the intelligence picture fusion that the spectrum characteristic of foreign fiber is different in different wave band. The intelligence feedback system mainly process feedback signal according to the detection information. The cleaning up system mainly process each wind force in intelligence. The CAS is adopted to resolve multiple intelligence bodies collaboration problem. The tests show that the system can raise the detection efficiency and cleaning up accuracy.

**Key words:** foreign fiber detection; fusion imaging; CAS; intelligence control

## 0 引言

异性纤维(foreign fiber)是指混入棉花中的对棉花及其制品质量有严重影响的非棉纤维和有色纤维,如化学纤维、毛发、丝、麻、塑料膜、塑料绳、染色线(绳、布块)等。异性纤维产生的主要原因与传统的人工采摘、多渠道流通方式有关。这些纤维与棉纤维同呈白色,混入棉花甚至放入纱线中,难以发现。虽然棉花中夹带的异性纤维比重小,但危害却很大。经过纺织机械打击分梳后,异性纤维纵向断裂、横向分开,数量成倍增加,严重时甚至会缠绕刺辊,造成机械运转困难。不仅

如此,当印染棉布、棉纱时,因棉纤维与异性纤维着色率不一致,印染上不免出现无数个分散的印染疵点,造成大批残次品,直接影响正常的生产秩序和外贸出口,成为困扰棉纺企业的棘手难题。

棉花作为关系到国计民生的重要资源,历来受到各产棉国的重视。异性纤维的检测及清除是世界棉花行业所关注的中心问题。各个国家针对自己的情况采用适合自己国情的解决方式。比利时、意大利、德国已经率先推出异性纤维分拣机。目前国内纺织厂的处理方法是人工捡除,这种方式效率低、劳动强度大,消耗大量的人力财力。中国作为产棉大国,迫切需要研发异性纤维的自动化检测清除设备。但由于异性纤维与棉纤维形态、色泽、外观极其相近,分拣效果不佳。为此,人们试图以机器视觉代替人工分拣方法检测异性纤维。其中有利用棉花与异性纤维的细微色泽差别检测棉花杂质;有利用X光对棉花样品断层扫描来分析与棉花密度不同异性纤维的;也有利用高精度的智能

收稿日期:2009-04-07;修回日期:2009-07-02

基金项目:2009年安徽省高校自然科学基金重大项目(ZD200905);中华全国供销合作总社研究课题(GXZS0812);安徽财经大学教研项目(ACJYYB200942)

作者简介:庄晓燕(1968-),女,实验师,研究方向为计算机控制;周森鑫,副教授,硕士生导师,博士,研究方向为计算机网络、计算机控制。

图像传感器检测纺织品的;还有采用紫光照射棉花表面,然后利用信号处理技术检测棉花中的尼龙杂质的,但这些方法缺乏计算机智能优化技术,对棉花中细微杂质难以检测,检测精度和效率较低,效果不十分理想。

综上所述,文中在研究国内外异性棉纤维检测方法的基础上通过分析异性纤维在多个波段光中的反射特性,找出各异性纤维与棉纤维特征差别,利用不同异性纤维在不同波段的光特征及多波段光融合成像方法,将异性纤维在多光中的反射特性转化为多光图像中的色差、灰度、形态特征,采用先进的计算机智能技术和复杂适应系统理论解决异性纤维检测除杂问题<sup>[1~4]</sup>。

## 1 异性棉纤维的识别与提取

清华大学的郑东耀、丁天怀提出一种利用多波段光谱信息融合成像检测的新方法。针对 6 种肉眼极难识别的异性纤维:无色塑料、黄麻、编织袋、自头发扮、自羊毛、猪鬃在 7 个离散波段光谱的反射特性,获得不同波段光谱图像中异性纤维与棉纤维的图像特征差别,由此确定检测各异性纤维的最佳光谱波段。采用基于区域信息相关度权值小波分析算法将多个波段的图像进行融合,得到具有完整异性纤维特征信息的单幅杂质图像<sup>[1]</sup>。

山东大学任长志提出了一种彩色聚色分割算法并能够有效地将异性纤维从背景中分割出来。通过提取面积、形状、中心距等特征,采用组合特征的分析方法来进一步处理,以提高系统识别的准确率<sup>[2]</sup>。

合肥工业大学的张海容对除杂装置的算法进行了研究,根据异性纤维像素点的位置,找到对应的喷头。系统共有 16 个喷头,每行共有 2048 个像素点。除杂装置的喷阀控制由可编程逻辑芯片 FPGA 来完成。系统使用 FPGA 控制喷阀的信号响应延迟及喷阀喷气时间长短,以保证能够及时、准确、彻底地喷走杂质<sup>[3]</sup>。

异性棉纤维智能检测方法有三个重要环节组成:检测、计算机智能处理、除杂。其计算机控制原理图如图 1 所示。

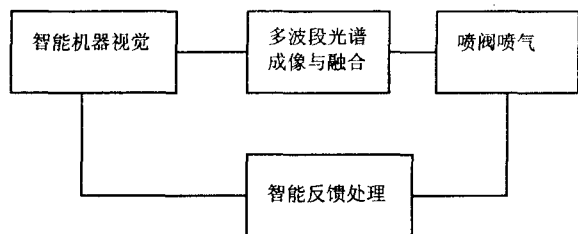


图 1 异性棉纤维智能检测原理图

整个智能型异性纤维检测装置的设计与实现涉及

多方面的工作,重点是异性棉纤维的检测和计算机智能处理部分。

其具体实现的原理如下。

### 1.1 智能机器视觉

智能型异性纤维检测装置是典型的在线工业检测系统,它的检测主要依靠机器视觉技术来实现。机器视觉就是使机器具有部分人类视觉的能力,通过图像信息对客观事物建立起明确的有意义的描述,从而提高机器的智能水平。随着机器视觉理论不断发展,它逐渐发展成为一门由计算机技术、模式识别技术、控制理论、人工智能技术和生物技术等诸多领域之间交叉综合的新学科。它是人工智能和模式识别的一个重要研究领域。机器视觉在某些学科领域卓有成效的运用引起了学术界和工业界的极大兴趣和重视。

检测系统中图像的处理过程是:目标信息的获取、转换存储、计算机处理和输出。输出部分一般是图像处理的结果,也可以是识别图像信息后得到的控制参数,用于控制执行单元的动作。在获取图像信息时,为了得到一定质量的图像,降低图像识别的难度,采用固定光源。获得的信号经过光电转换,变成强弱不等的电压信号,再经过高速 A/D 转换成数字信号,存入计算机中,不同的数字代表不同的灰度级别,从而得到灰度图像。由场景目标到形成数据文件,其转换精度完全取决于图像传感器的精度,同时也决定了整个系统的精度。

一般情况下,机器视觉系统主要实现技术包括以下几个部分:目标定位、光照条件、图像质量、处理方法,其中图像处理技术和目标定位技术是最关键的两个方面。在识别棉花中的杂质时,光照条件也是至关重要的因素。

### 1.2 多波段光谱信息融合

棉纤维与异性纤维属于不同的种类,棉花属于纤维素,羊毛属于蛋白质,两者的化学成份、分子结构不同。而光谱分析法是探索分子结构区别的一种有效手段。光谱辐射可以改变微观粒子状态。当利用某一光谱照射纤维材料时,其分子状态发生改变,而且不同纤维种类其分子状态改变时吸收的能量不同,吸收能量的差别使纤维材料表面对光谱反射不一致,利用多光谱 CCD 成像系统将反射光谱强度的差别转化为图像特征的差别,可将异性纤维与棉纤维区分开来。在多光谱图像融合中,图像融合的目的旨在保留、融合更多特征信息,去除重复冗余信息。针对异性棉纤维检测可采用基于区域信息相关度权值小波分析图像融合算法。

图像经过小波变换后,小波幅值越大说明含有较

多的细节信息,提高其权值可使细节特征更明显。若两幅图像中对应区域的小波系数相关度越高,说明采集的两幅图像对应区域存在冗余信息,融合权值降低;若对应区域的小波系数相关度低,说明两幅图像的信息需要互补,融合权值增大<sup>[1]</sup>。

### 1.3 异性纤维清除

除杂的思路如下:棉花在传送装置中传输,传送部分在机器中分为两个区域:检测区和排杂区。在检测区,通过高速 CCD 摄像机将传送中的棉花图像传送到计算机,计算机对记录下的图像进行分析,分辨出与原棉的颜色上和尺寸上不同的杂质。当含杂的原棉通过排杂区时,横向排列的空气喷嘴根据杂质所处的位置,相对应的喷嘴射出高压空气,将杂质吹落入排杂箱中<sup>[3]</sup>。

## 2 复杂适应系统(CAS)智能控制技术

整个智能型异性纤维检测装置包括机器视觉、图像融合处理、智能反馈、喷气除杂等多个环节,而每个环节的算法较为复杂,同时必须要协同配合。因而在控制软件的开发中引入复杂适应系统理论来有效地处理各个环节的自身任务和相互间的协同配合。

### 2.1 复杂适应系统(CAS)理论

20 世纪 80 年代中期,国际科学界兴起了对复杂性的研究。作为复杂性科学发展的一个里程碑,1984 年在美国新墨西哥州成立了以研究复杂性为宗旨的 Santa Fe 研究所。这是由 3 位诺贝尔奖获得者 M. Gell-Mann, K. J. Arrow 以及 P. W. Anderson 为首的一批不同学科、不同领域的科学家组织和建立的,旨在开展跨学科、跨领域的研究,也就是复杂性的研究。他们认为,事物的复杂性是从简单性发展而来的,是在适应环境的过程中产生的。他们把经济、生态、免疫系统、胚胎、神经系统以及计算机网络等称为复杂适应系统(Complex Adaptive System),认为存在某些一般性的规律,控制着这些复杂适应系统的行为。这种认识体现了现代科学技术发展的综合趋势,反映了不同学科领域的共识。

随着科学的发展和技术的进步,系统科学从 21 世纪 30 年代开始兴起,人们逐渐认识到系统大于其组成部分之和,系统具有层次结构和功能结构,系统处于不断的发展变化之中,系统经常与其环境有物质、能量和信息的交换,系统在远离平衡的状态下也可以稳定(自组织),确定性的系统有其内在的随机性(混沌),而随机性的系统却又有其内在的确定性(突现)。这些新的发现不断地冲击着经典科学的传统观念。现代科学从老三论(系统论、信息论、控制论)过渡到老三论(耗散

结构论—主要研究非平衡相变与自组织、突变论—主要研究连续过程引起的不连续结果、协同论—主要研究系统演化与自组织),另外还有相变论(主要研究平衡结构的形成与演化)、混沌论(主要研究确定性系统的内在随机性)、超循环论(主要研究在生命系统演化行为基础上的自组织理论)等新科学理论也相继诞生。这种趋势使许多科学家感到困惑,也促使一些有远见的科学家开始思考并探索新的道路。复杂系统和系统的复杂性问题的研究就是在这样的背景下提出的<sup>[5]</sup>。

### 2.2 复杂系统建模的研究

复杂适应系统进化的基本动力源自主体为追求个体目标,不断根据环境的变化调整自己的行为规则的能力。这种对环境的适应能力,就是主体总结过去经验的能力,是学习的能力。在不同的多主体系统设计中,能看到不同的主体学习算法。其中根据生物演化过程设计的演化算法,以及根据人类神经元的工作原理设计的人工神经网络,是主体学习算法中较为成熟的两种计算模型。

复杂系统建模及建模方法是复杂系统研究的基础。由于复杂系统具有高维数、时空层次跨度大、涉及的单元和环节众多、关联度大、不确定性和多样性普遍存在、多目标性的特点,所以很难用单一的完全的数学动力学模型来描述复杂系统,传统的理论方法已不足以复杂系统建模,必须发展新的与之相适应的建模理论与方法。为此,许多学者致力于这方面的研究,并取得了很大的进展。这些研究包括:神经网络建模、模糊逻辑建模、粗糙集理论建模、模糊神经网络建模、模糊模型与神经网络结合建模、遗传算法与神经网络结合建模、基于分形思想建模、多模型方法、结构建模等等。

除此以外,还有采用 Agent 技术的复杂系统建模与仿真研究<sup>[5]</sup>。

### 2.3 协同学研究概述

协同学是西德哈肯(H. Haken)学派从他们的一套激光理论抽象并普遍化后形成的一门学科。协同学有广泛的适应性,在自然科学和社会科学的很多领域中都有它的足迹,受到很多科学家的重视。协同学的基本思想和方法:

1)能发生自组织的系统都是由大量子系统组成的,子系统之间存在协同作用或合作行为,在一定条件下,子系统的集合便能执行很有组织的协调的集体运动和功能,组成系统的子系统可以是原子、分子、光子、细胞、植物、动物,甚至是广义的对象如模式等;

2)对于每个子系统都应合理地写出运动方程,在

运动方程中考虑合作效应,即应考虑其他子系统对所考虑的子系统的作用,一个子系统受决定性力的作用同时还受起伏不定的随机力的作用;

3)系统包括的子系统数量巨大,哈肯发现了系统中的“支配现象”,用“绝热近似”的方法来简化问题。

国内对于协同进化的研究主要集中于生物科学领域,研究生物系统的共生、拟态、合作、竞争等协同进化现象,也有少量应用协同进化思想探讨企业组织的发展战略、竞争战略的研究;国外对于协同进化的研究相对较多,且分布在不同的研究领域,包括:生物系统、个体与组织的关系、个体与群体制度的演化、市场中行为主体的竞争、机器人控制、企业竞争等。

从以上的相关研究可以看出,协同进化既是生物系统也是社会经济系统体现的一种现象,它不同于达尔文的一般进化论的思想,体现了进化主体自身与环境的一种共同进化的特征。研究协同进化机理、演化规律,从而更好地认识系统特征、认识协同系统发展趋势具有很大的意义。在协同进化的模型与算法研究方面,目前还没有成熟的统一的框架,各个领域的研究者分别从不同的研究领域探讨,获得了一些成果。国外在这方面的研究始于 20 世纪 90 年代初期,国内对于协同进化算法的研究则始于 90 年代末期<sup>[5]</sup>。

#### 2.4 智能控制技术的实现

整个智能型异性纤维检测装置是建立在复杂科学和复杂网络基础上的,因此在实现过程中将按照复杂系统的思路,从定性到定量进行研究。

首先,借鉴 Sandia 研究报告中对系统的逻辑结构、功能以及运行结果描述,设计基于 CAS 理论的多主体系统的计算模型;其次,在此基础上,结合各部分的功能需求,设计实现系统多主体平台。该平台以 CORBA 分布式对象计算技术作为技术支撑,为多主体提供主体进程控制、主体消息传递以及公告信息的发布与获取等功能;

在仿真平台上,开发机器视觉模型、图像融合处理模型、智能反馈模型、喷气除杂模型等几个不同类型的控制模型;

根据除杂效果对仿真系统模型进行改造与扩充,完成整体控制模型。

根据行为特征,规划不同主体的智能结构。利用人工智能的关于“多主体系统”、“基于事例的推理(Case Based Reasoning - CBR)”、“人工神经网络(Artificial Neural Network - ANN)”等理论与方法,并结合一般智力理论的基础规划不同主体的智力结构,最终形

成具有自主行为能力的多主体结构。在开发前期,利用 Swarm 软件系统构建初步的模拟平台,对不同主体对行为进行模拟。通过对在 Swarm 上运行的多主体系统的分析,观察各主体的行为特征,并通过适当的人-机接口随时更改不同主体的行为方式和智力结构<sup>[6~8]</sup>。

### 3 结束语

文中在研究国内外异性棉纤维检测方法的基础上基于异性纤维在多个波段光中的反射特性,找出各异性纤维与棉纤维特征差别。利用不同异性纤维在不同波段的光特征,将异性纤维在多光中的反射特性转化为多光图像中的色差、灰度、形态特征,采用先进的计算机智能技术解决异性纤维检测和除杂问题,提高了检测精度和除杂效果。随着智能技术的引入虽然提高了各环节的工作质量,但算法也更加复杂。各个智能体之间的协同配合将显得尤为重要,如何借助协同理论提高各智能体的配合效率我们将继续深入的研究<sup>[8,9]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 郑东耀,丁天怀. 棉花中异性纤维的多光谱检测[J]. 清华大学学报:自然科学版,2005,45(2):193-196.
- [2] 任长志. 基于机器视觉的异性纤维检测系统研究[D]. 济南:山东大学,2003.
- [3] 张海容. 棉花异性纤维挑拣技术研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2006.
- [4] 艾世一,王跃存,刘 迪. 基于 MATLAB 的图像识别技术的原棉异性纤维在线检测[J]. 天津工业大学学报,2004(2):70-73.
- [5] 邱世明. 复杂适应系统协同理论、方法与应用研究[D]. 天津:天津大学,2006.
- [6] Haddadi. Reasoning about cooperation in agent systems: a pragmatic theory[D]. Manchester, UK: University of Manchester Institute of Science and Technology(UMIST),1995.
- [7] Walsh G C, Ye Hong, Bushnell L. Stability analysis of networked control systems[C]//Proceedings of American Control Conference. San Diego, California, USA: institute of electrical and electronics engineers,1999:2876-2880.
- [8] 惠 伟,王 红. 复杂网络在城市公交网络中的实证分析[J]. 计算机技术与发展,2008,18(11):217-219.
- [9] Wooldridge M J, Jennings N R. Intelligent agent: theory and practice[J]. Knowledge Engineering Review, 1995, 10(2): 115-152.