

蚕丝纤维微观结构研究中的新技术

金学波

(浙江工程学院信息电子分院,杭州,310033)

林岳松

(杭州电子工业学院智能信息与控制技术研究所)

摘要:以小波变换理论为依据,提出了图像的三维特征重构与模式识别新技术的实现方法,同时分析了它在蚕丝纤维微观结构研究中的应用。

关键词:蚕丝纤维 微观结构 三维图像 模式识别

中图分类号:TS 102.33 文献标识码:A 文章编号:0253-9721(2004)02-0032-03

丝织品质地轻柔飘逸、光泽优雅、触觉清爽,具有良好的吸湿透气性能,普遍受到消费者的好评。但蚕丝衣料本身具有易皱、易变形、易破损、易褪色等缺点,化纤材料及各种仿蚕丝产品的出现使丝绸产业面临巨大的挑战。很多研究者加紧了对蚕丝新材料的研究与改进,在蚕丝材料改性方面取得了一定的进展。近年来,蚕丝纤维结构的研究已越来越引起人们的兴趣^[1-9]。

本文分析了蚕丝纤维结构与性能的研究现状,在讨论了三维图像重构与模式识别技术的基础上,提出了适合于蚕丝纤维微观结构研究基于特征的三维图像重构与模式识别新技术。

1 三维图像重建及模式识别技术在蚕丝纤维微观结构研究中的意义

近年来,蚕丝纤维微观结构与性能之间的关系的研究已逐渐引起了人们的兴趣,在采用化学测定方法研究丝纤维的结构方面取得了突破性的进展。研究表明,蚕丝由内层的丝素和外层的丝胶两部分组成。丝素的结构特征是晶区以 β 折叠反平板结构为主,第一级结构主要是甘、丙、丝氨酸残基,这些侧基小的氨基酸易形成结晶。丝胶是一种球状蛋白,以鳞状粒片不规则地附着于丝素的外围。丝胶的主要结构是 α 螺旋结构,由于在不同条件下发生变性,有的研究者认为是各种不同的丝胶蛋白。关于蚕丝是由几种基本丝胶组成,目前有二种丝胶论、三种丝胶论和四种丝胶论,但至今没有统一的结论,研究者采用水煮等不同的测定方法和不同的制样方法所得的结果都有较大的差别。另外,研究表明“丝纤维脆弱”现象的主要原因是由于霉变和干燥等因素使生丝表面结构受到破坏,而微波辐射对生丝纤维的内部结构起到调节作用,蚕丝纤维的强度、弹性等方面的性能会有所提高。

但一些更深层次的问题用化学测定方法很难找

到答案,如霉变和干燥等因素使生丝表面结构受到怎样的破坏?这些结构上的破坏为什么会让丝纤维变得脆弱?微波辐射后的生丝纤维内部发生了哪些结构变化?这些变化中哪些决定了蚕丝强度和弹性的改善?丝纤维内部结构是否与触觉清爽、具有良好吸湿、透气的性能有关?哪些结构使丝绸易皱、易变形、易破损、易褪色等等。

若用图像分析的方法从微观上研究丝纤维的二维、三维结构,并使用模式识别技术把丝纤维的特定结构与性能联系起来,将结构与功能统一到一个研究系统中,这些问题将容易解决。

由于丝纤维本身是立体结构,二维切片图像只能研究丝纤维某一断面,因此,三维结构的研究将具有更加重要的现实意义。

研究蚕丝纤维微观结构的三维图像重构技术应该可以展示丝纤维内部的三维微观结构特征;模式识别技术应该可以识别出与其性能相关的特定结构,从本质上揭示丝纤维性能与微观结构的基本关系;同时应该能够再现染整、日晒等过程中丝纤维的微观结构变化,以揭示丝纤维不易上色、日晒过程中易褪色的性能与结构的关系。

应用三维图像重构与模式识别技术研究蚕丝纤维微观结构将能为蚕丝新材料的研制与开发提供一种科学工具,为蚕丝性能的改良研究工作开拓新局面。

2 图像三维重构与模式识别技术现状

由于三维、四维描述可以比二维描述提供更加完整的图像信息,与二维图像模式识别技术相比,基于多维图像的模式识别可以给出更加准确的识别结果。因此,多维图像模式识别技术具有重要的现实意义。但目前,三维图像的模式识别技术与应

用尚在起步阶段。原因之一是三维图像的图像处理与模式识别技术相脱节,没有形成一个统一的研究体系。

图像的三维重构一直是图像处理技术中的热点研究问题。几十年来,国内外研究者致力于完善切片图像的三维重构理论,在提高重构精度、重构速度及改善显示效果等方面取得了许多研究成果,应用领域也不断扩大^[10]。但若将其应用到蚕丝纤维结构的研究中,还有一些理论上的缺陷。

目前,图像重构方法主要是表面重建法、体素模型法等,重构三维图像的原理是用三角形绘制物体表面或用立方体堆积形成三维立体体积^[11]。它们的共同缺点是计算量大,重构时间长。减少重构时生成的三角形或立方体的数量,或用并行化计算的方法提高图像的绘制速度,可在一定程度上减少图像生成的时间^[12]。但寻求新的、更有效的快速重构算法仍然是需要研究的课题。三维重构理论需要进一步发展和完善,缩短图像绘制时间、简化算法的复杂程度并保持一定的重构精度仍然是理论研究的目标之一。

三维图像重构技术的另一个主要问题是仅能显示逼真的图像,无法直接提供特征数据^[13]。目前的重构方法强调对象的三维结构,通过边缘检测虽可得到边缘变化的几何空间特征,但实践证明,仅从几何空间无法充分描述对象复杂的结构特征。在频域内研究图像,可以更深入地揭示图像的特征信息,但又无法直观、逼真地显示图像^[14]。特征数据与图像显示之间的矛盾使三维重构技术成为多维图像模式识别技术发展的瓶颈。

3 图像三维重构与模式识别技术的发展

由以上分析可见,三维重构技术必须进一步发展和完善,改善三维图像重构算法复杂、重构时间长、无法直接提供基本特征现状。而多维图像的模式识别技术更需要深入研究。

本文所提出的三维图像重构及模式识别新技术是以小波变换为工具,基于特征的图像重构与模式识别。具体实现方法为先利用三维小波分析立体结构,根据不同切片同一组织的相似性及连续性的条件,切片图像的三维坐标对小波变换系数的影响,得到不同切片之间的特征向量一般关系;再从二维切片图像入手,利用小波变换在空间域及频域研究二维图像,得到表征图像基本信息的特征向量;然后,利用二维切片图像与立体结构的关系,将二维小波扩展到三维小波,形成三维特征向量的充要条件及

方法,实现基于特征的三维图像重构;最后,融合空间域信息及频域信息,形成三维特征向量空间,利用小波反变换显示三维图像。基于重构后的三维特征数据,结合二维图像的模式识别的方法,实现三维图像模式识别。

与传统的方法相比,新方法优点在于:1)利用小波变换实现快速重构算法。从二维图像提取二维特征向量,利用小波维数的扩展形成三维特征向量,再利用小波反变换显示三维图像。与用“三角形绘制”或“立方体堆积”的重构方法相比,利用小波变换实现图像重构所需的计算量将大大减少。2)提供图像的空间域-频域特征数据。小波变换在空间域-频域都能检测信号的局部基本特征,信号的基本信息包含在小波系数、基波及层数等特征数据之中^[15]。利用小波变换分析图像,可在空间域-频域充分揭示研究对象的结构特征,融合了2种变换域的优点,简化了几何空间描述特征的复杂性,并且能逼真地显示图像。3)这里的三维图像重构新技术是基于特征的图像重构,将图像处理技术引到一个基于特征的研究体系之中,从理论上与模式识别技术相接轨,使图像处理、分析与多维图像的模式识别技术之间不再存在瓶颈问题。

4 结束语

大量事实表明,只有从蚕丝内部揭示丝纤维结构特征与易皱、易变形、易破损、易褪色的关系,才能为改良丝绸品质提供科学的依据。所提出的三维图像与模式识别新技术将揭示蚕丝纤维微观结构与性能的基本关系,为蚕丝新材料的研制与开发提供科学依据。有关该技术的具体实现研究正在进行中。

参 考 文 献

- 1 任煜等.低温氧等离子体处理对真丝纤维性能的影响.丝绸,2002(12):10~11,19.
- 2 林红等.锡盐作用下桑蚕丝与柞蚕丝的形态及应力特征研究.丝绸,2002(3):12~14,22.
- 3 Kawahara. Characterization of Microvoids in Mulberry and Tussah Silk Fibers Using Stannic Acid Treatment. Journal of Applied Polymer Science,1999(73):363~367.
- 4 陈宇岳等.真丝纤维在钙盐作用下的形态结构研究.纺织学报,1999(3):12~14.
- 5 管新海等.真丝新材料的聚集态结构和粘弹性研究.纺织学报,1999(6):12~14.
- 6 陈宇岳等.差别化柞/桑弹力真丝的弹性特征分析.丝绸,2000(12):24~25.
- 7 陈宇岳等.等离子体处理对真丝纤维微细结构的影响.纺织学报,2001(6):50~52.