

基于 Visual C++ 的单板表面缺陷图像检测软件 开发与应用

程玉柱, 李赵春

(南京林业大学机械电子工程学院, 江苏南京 210037)

摘要: 针对单板中的死节与裂缝缺陷, 利用 Visual C++2017 (VC++)与 OpenCV 编写缺陷图像检测程序。先将 RGB 图像进行分数阶主成份 (principal component analysis, PCA) 转换, 再对得到的三通道灰度图像进行 Chan-Vese (CV) 分割; 最后对二值图像面积滤波, 根据长宽比检测出死节与裂缝。结果显示: 此程序可去除大部分噪声, 很好地实现单板表面死节和裂缝缺陷的提取和检测。

关键词: 单板; 表面缺陷; 死节; 裂缝; Visual C++; 分数阶; 主成份分析; CV 模型

中图分类号: S781.5; TS653.2 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2018) 06-0041-04

An Image Detection Program for Veneer Surface Defects Based on Visual C++

CHENG Yu-zhu, LI Zhao-chun

(College of Mechanical and Electronic Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: A wood defect image detection program was developed using Visual C++ 2017 (VC++) and Open CV to detect dead knots and cracks in veneers. First, RGB images were transformed into gray images with fractional-order principal component analysis (PCA). Then, three channel gray images were segmented with the Chan-Vese (CV) model. Finally, binary images were filtered according to a length-width ratio to detect the dead knots and cracks. The experimental results showed that the algorithm could be used to remove most noise to extract dead knots and cracks in veneers.

Key words: veneer; surface defect; dead knot; crack; visual C++; fractional-order; principal component analysis (PCA); Chan-Vese (CV) model

单板表面缺陷的检测与快速识别^[1-4], 是木材加工过程中的重要工序之一, 也是高质量木材加工的前提, 而图像分割一直是木材缺陷检测技术的难点之一。

随着计算机图像处理技术在木材表面缺陷自动检测领域的应用, 国内外学者主要利用图像灰度化、

图像分割、滤波、特征提取并结合模式识别算法等技术, 进行了大量缺陷目标识别的研究, 并取得进展。但在处理过程中存在大量噪声, 影响了分割精度; 同时, 木纹与缺陷目标的灰度值比较接近, 给边缘检测和图像分割带来很大难度。

主成分分析 (Principal component analysis, PCA) 是模式识别中维数约减算法之一, 将其用于缺陷彩图的灰度化, 可以降低或消除图像噪声, 常用于图像的特征提取^[5]。Chan-Vese (CV) 模型^[6]可有效实现目标分割, 具有较强的扩展能力, 同时增加去噪

收稿日期: 2018-03-15; 修改日期: 2018-09-04

基金项目: 南京林业大学大学生创新项目“基于分数阶流形学习理论的图像分割算法研究”(2015sjcx050)。

作者简介: 程玉柱 (1980—), 男, 南京林业大学机电学院讲师。

功能项, 加强去噪能力, 实现缺陷目标提取。鉴于此, 笔者采用 PCA 与 CV 模型以及 Visual C++ 编程软件, 对单板表面缺陷图像进行分割处理, 提高缺陷目标提取精度。

单板表面常见缺陷主要有: 裂缝、虫眼、死节、活节等, 而影响单板外观质量和功能的主要缺陷是死节、裂缝、虫眼 (虫眼和死节的检测方法类似)。所以, 笔者选择裂缝和死节为研究对象, 利用 Visual C++ 的强大程序开发能力与 OpenCV^[7-8] 开源发行的跨平台视觉库, 构建一套单板表面缺陷图像检测软件, 通过 PCA 灰度化、CV 分割、形状识别等方法实现缺陷目标的提取和检测, 旨为高效率、高精度的单板表面缺陷检测提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

杉木单板: 利用相机拍摄带有裂缝、死节缺陷的单板照片, 构建图片库, 并从图片库中随机选取 3 张单板死节和裂缝的照片。

1.2 检测原理

单板表面缺陷检测开发平台硬件为: 装配有 Windows 10 操作系统的电脑; 编程软件为: Microsoft Visual Studio 和 OpenCV, 构建一套单板表面缺陷检测软件。具体算法流程如下:

RGB 图像 → PCA 变换 → CV 分割 → 面积滤波 → 缺陷检测

CV 模型是基于 Mumford-Shah 模型的一种主动轮廓模型。图像 $u: \Omega \subset R^2 \rightarrow R$, 为输入图像, $C(\varphi)$ 为封闭曲线, 能量泛函为:

$$E^{CV}(C, c_1, c_2) = \alpha \cdot \text{length}(C) + \beta \cdot \text{area}(\text{inside}(C)) + \gamma_1 \int_{\text{inside}(C)} |u - c_1|^2 dx + \gamma_2 \int_{\text{outside}(C)} |u - c_2|^2 dx, x \in \Omega \quad (1)$$

式中: $\alpha \geq 0$, $\beta \geq 0$, $\gamma_1 > 0$, $\gamma_2 > 0$, 均为固定参数; c_1 、 c_2 —目标和背景的均值。

1.3 检测过程

1) PCA 灰度化

选取多张样品图像 (图 1) 进行测试, 样品表面主要包括死节和裂缝两大类缺陷。

采用分数阶 PCA 算法, 通过设定分数阶数 (通常在 0~2 之间, 图中设定为 0.7), 完成对灰度图通

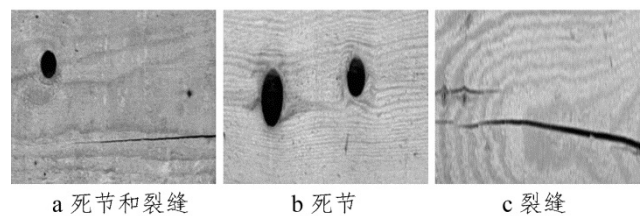


图 1 单板样品的 RGB 图

Fig.1 RGB images of veneer samples

道的灵活调节; PCA 通过特征向量, 对图像像素 RGB 值进行特征向量投影, 实现对图 1 中 RGB 图的灰度化功能, 分别得到 3 通道灰度图, 即为 PCA1、PCA2、PCA3 灰度图 (图 2)。其中 PCA3 通道图效果最为明显, 有助于提升分割质量。

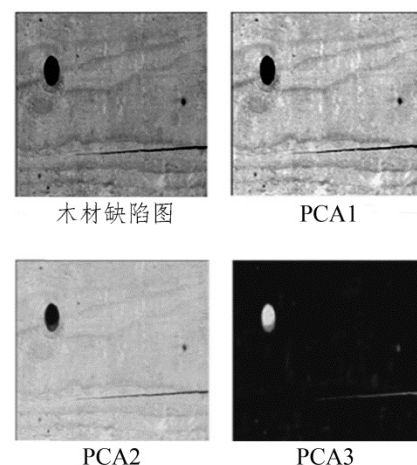


图 2 单板死节缺陷的 PCA 灰度图

Fig.2 PCA gray images of dead knots on veneer surface

2) CV 图像分割

设定 CV 分割的迭代次数 (通常在 5~30 之间, 本研究选为 5), 采用 Bregman 算法迭代加速 CV 分割的速度^[9-10]。模型中的正则化项参数 (μ) 设定在 (0~1) 之间, 实现水平集的稳定求解, 保持数据保真项和 μ 之间的平衡, 实现 CV 图像分割, 结果见图 3。

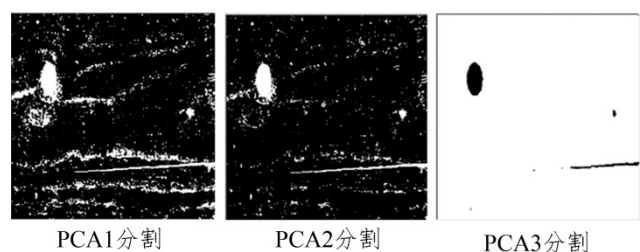


图 3 CV 分割图

Fig.3 CV segmentation images

图3显示, PCA1和PCA2通道的噪声较多, 分割质量差, 而PCA3通道分割效果好, 能很好的检测出死节与裂缝缺陷, 故选取第3通道对单板表面缺陷进行检测。

3) 面积滤波

对PCA3通道的二值图进行面积滤波, 根据缺陷目标的长宽值, 设定形状参数比(目标最小外接矩形长宽比取为3), 得到缺陷目标提取图, 见图4。



图4 目标提取结果

Fig.4 Targets extraction results

利用 findContours 函数找出缺陷目标, 并用不同颜色标注。图4清晰显示了单板表面的死节与裂缝缺陷。

2 结果与分析

2.1 缺陷检测

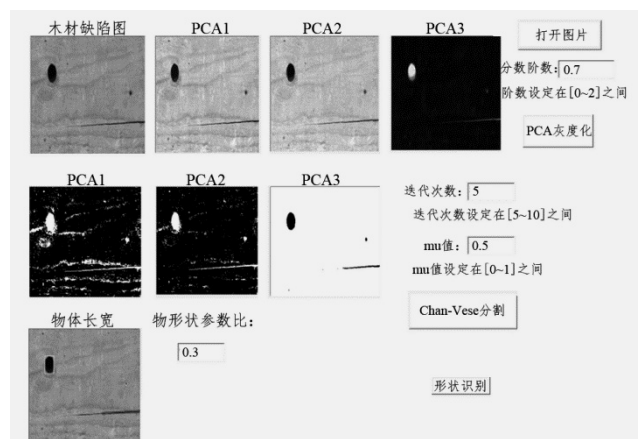
采用编制程序结合不同类型的缺陷, 根据经验调节形状参数比与 mu, 对图1进行缺陷图像提取, 结果如图5所示。

图5a为死节和裂缝同时检测的效果图, 分数阶为0.7, 迭代次数为5, mu值为0.5, 形状参数比为3。图5b为单板死节检测的效果图, 分数阶为0.9, 迭代次数为5, mu值为0.5, 形状参数比为0.5, 能检测出两个死节。图5c为单板裂缝检测的效果图, 分数阶为0.1, 迭代次数为5, mu值为0.7, 形状参数比为5, 能检测出一条大裂缝, 同时误检测一些小死节。

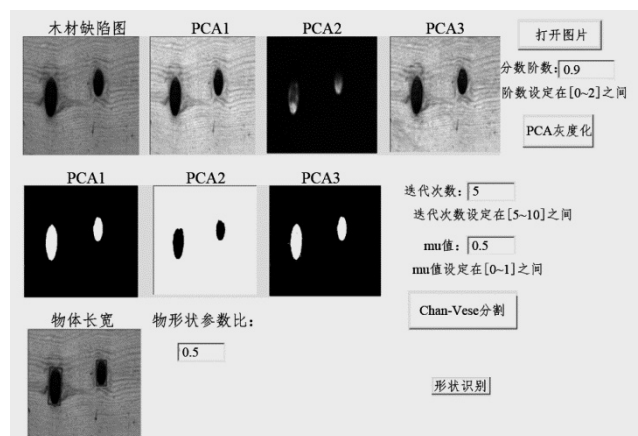
由此证明, 构建的单板表面缺陷检测软件, 可以准确识别、提取和检测表面缺陷。

2.2 缺陷检测质量评价

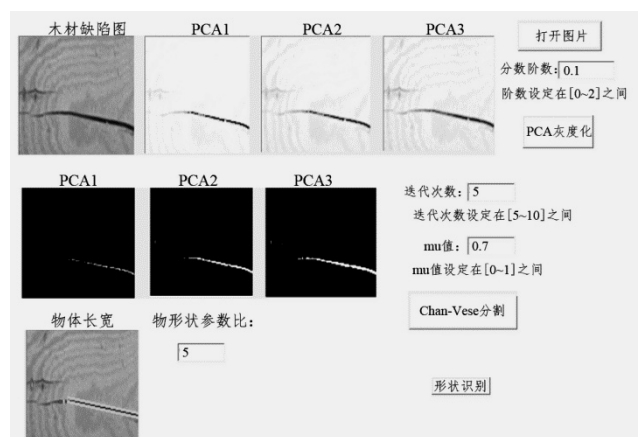
采用监督客观评价方法, 将人工标准结果与算法测试结果比较^[11-12], 以人工分割出的理想目标(图6)为基准, 评价缺陷图像检测质量。采用相似度(SD)、正确率(Dice)、则错检率(ER)和漏检率(NR)等指标进行表征, 计算结果如表1所示。



a 死节和裂缝



b 死节



c 裂缝

图5 单板表面缺陷检测结果

Fig.5 Results of veneer surface defect detection

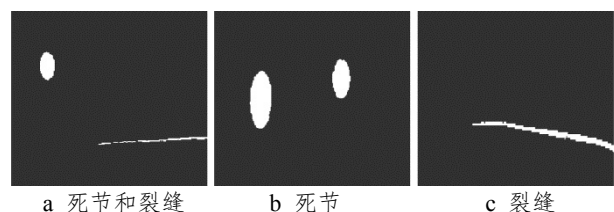


图6 人工分割的理想检测图

Fig.6 Ideal detection images by manual segmentation

表1 单板表面缺陷图像检测性能评价
Fig.1 Performance evaluation of veneer surface defect detection

表征指标	PCA-CV/%		
	死节与裂缝	死节	裂缝
SD	94.00	97.02	79.16
Dice	96.91	98.49	88.37
ER	3.31	0.32	0.79
NR	2.89	2.67	20.21

SD与Dice数值越大(接近100),ER与NR数值越小(接近0),表面缺陷检测效果越好。根据表1数据综合判定,笔者构建的单板表面缺陷图像检测软件,具有单板表面死节与裂缝缺陷的检测能力。

3 结论

1) 利用 Visual C++与 OpenCV 构建的单板裂缝和死节缺陷检测软件,通过 PCA 灰度化、CV 分割、形状识别等方法,实现缺陷目标提取和检测,为单板表面缺陷检测提供了一种新方法。

2) VC++与 OpenCV 结合的算法可去除绝大部分的图像噪声,实现自动分割与检测。但在不同类别的木材缺陷目标边缘定位和强噪声下,目标检测方面仍存在改进之处。

参考文献:

- [1] 王再超. 基于多特征的木材缺陷识别与影响因素的研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2015.
- [2] 王国柱, 周海宾, 李文彬, 等. 木材缺陷图像的灰度形态滤波[J]. 木材工业, 2005, 19(5): 17-19.
- [3] 牟洪波, 王世伟, 戚大伟, 等. 基于灰度共生矩阵和模糊 BP 神经网络的木材缺陷识别[J]. 森林工程, 2017, 33(4): 40-43.
- [4] 赵鹏, 赵匀, 陈广胜. 基于 3D 扫描技术的木材缺陷量化分析[J]. 农业工程学报, 2017, 33(7): 171-176.
- [5] 马旭, 刘应安, 业宁, 等. 基于核 PCA 与 SVM 算法的木材缺陷识别[J]. 常州大学学报(自然科学版), 2017, 29(3): 60-68.
- [6] 白雪冰, 王再尚. 基于 CV 模型和数学形态学的木材表面缺陷分割方法[J]. 机电产品开发与创新, 2011, 24(5): 75-76.
- [7] 翟亚宇, 潘晋孝, 刘宾, 等. 基于 VC++物体尺寸检测中的实时图像处理与显示(英文)[J]. 测试科学与仪器:英文版, 2014(4): 40-45.
- [8] 徐航煌, 张宁, 邓志鹏, 等. 基于 OpenCV 的毛竹图像处理技术[J]. 绥化学院学报, 2017, 37(9): 144-147.
- [9] Hu Q X, Tian J, He D J. Wheat leaf lesion color image segmentation with improved multichannel selection based on the Chan-Vese model[J]. Computers & Electronics in Agriculture, 2017, 135: 260-268.
- [10] Li F, Ng M K, Zeng T Y, et al. A multiphase image segmentation method based on fuzzy region competition[J]. Siam Journal on Imaging Sciences, 2010, 3(3): 277-299.
- [11] 程玉柱, 蔡云飞. 基于分数阶 CV 模型的木材缺陷图像分割算法[J]. 林业机械与木工设备, 2018, 46(4): 44-47, 51.
- [12] 程玉柱, 段一凡, 李赵春. 基于 PSO 与水平集的桂花图像分割方法[J]. 中国农机化学报, 2018, 39(8): 81-84, 91.

(责任编辑 孟凡丹、向 琴)

2019 年《中国人造板》杂志征订启事

CN 11-5459/S ISSN 1673-5064 邮发代号: 2-995

由中国林科院木材工业研究所主办,中国林业科学研究院木材工业研究所信息中心承办,是我国专题报道人造板全方位资讯的杂志。

主要报道人造板及其相关行业的质量、技术、市场动态和信息,面向人造板、人造板原辅材料、人造板深加工、地板、木门窗、橱柜、木材加工设备及配件、室内装饰、木制家具、木制品、建材等领域,面向广大企事业单位、营销单位、行政管理部门发行,发行量大,是业内人士优选的刊物。

月刊,每月5日出版,大16开彩色印刷,国内外公开发行。全年12期,每期定价15元;全年12期平寄180元,挂号邮寄全年216元,快递邮寄全年360元。

订阅方式: 1) 全国各地邮电局(所)均可办理订阅,邮发代号“2-995”; 2) 微信订阅: 关注公众号“中国人造板”,二维码见右图,点击“杂志订阅”; 3) 直接与本刊发行部联系订阅。

联系方式

广告: 010-6287 0239; 15010565183

guanggao@cwbp.cn

投稿: 010-6288 8476 tougao@cwbp.cn

订阅: 010-6288 8476 zyp@cwbp.cn QQ: 2579324471

杂志官网: <http://rzbzz.criwi.org.cn>

