

基于动态目标检测与跟踪算法 (TLD) 的 刨花板表面缺陷检测技术

王程程, 刘亚秋

(东北林业大学, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要: 采用动态目标检测与跟踪算法 (TLD), 在线检测刨花板表面缺陷。结果显示: 基于 TLD 算法的在线检测装置, 可以准确捕捉刨花板表面的大刨花缺陷目标, 并可对其持续跟踪, 最终通过计算得到表面缺陷的特征参数。作为刨花板表面在线缺陷检测方法, 具有较高的准确性、实时性及稳定性。

关键词: 刨花板; 动态目标检测与跟踪算法 (TLD); 表面缺陷检测

中图分类号: TS653; TG356.21 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2018) 04-0044-04

Detecting Surface Defects of Particleboard Based on Tracking-Learning Detection Technology

WANG Cheng-cheng, LIU Ya-qiu

(Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China)

Abstract: Tracking-Learning-Detection (TLD) was used to detect surface defects of particleboard on line. The results showed that the TLD algorithm method accurately recognized and tracked large wood particles on the surface of the particleboard and, by calculation, detected surface defect characteristic parameters. The TLD algorithm was shown to be useful as a surface defect detection method for particleboard testing with high accuracy, real-time performance and robustness.

Key words: particleboard (PB); TLD arithmetic; surface defect detection

刨花板作为三大人造板板种之一, 其生产原料来源广泛, 可实现连续化生产, 生产成本相对低廉, 产品性能优良、规格品种繁多, 在家具制造等许多领域应用广泛。

根据 GB/T 4897-2015《刨花板》的要求, 刨花板产品的尺寸公差、表面品质及物理力学性能是衡

量其质量的三个重要方面。其中, 刨花板的表面质量直接影响其后续二次加工的贴面质量, 特别是定制家具用板材, 对板面质量要求非常严格, 因此, 刨花板表面缺陷的在线检测尤为重要。

近年来, 国内外科研人员对生产线上的板材表面缺陷检测技术进行了深入研究, 陆续提出了若干人工测量方法和基于图像识别技术及图像分割技术的在线检测方法, 并应用在烘烤品的裂纹检测、钢板表面缺陷检测及凸轮轴表面缺陷检测等领域^[1-3]。但当前表面缺陷检测技术大都为静态检测或对单张静态图像进行分析, 对缺陷检测的实时性和精确度有待提高。

收稿日期: 2017-10-20; 修改日期: 2018-06-07

基金项目: 国家自然科学基金项目“中密度纤维板连续平压多场耦合效应及精准工艺协同控制机理”(31370565); 哈尔滨市科技创新人才研究专项“人造板高效节约生产精准测控关键技术应用研究”(2015RAYXJ005)。

作者简介: 王程程 (1993—), 女, 东北林业大学博士研究生。

责任作者: 刘亚秋, 男, 东北林业大学教授。

针对上述问题,笔者采用基于动态目标检测与跟踪算法(TLD算法)在线检测装置^[4-5],对生产线上板材表面不同大小和深度的缺陷进行检测、跟踪与识别,从提取到的缺陷图像信息中,计算板材表面的缺陷个数、缺陷面积、缺陷损伤程度等特征参数,以期高效率、高精度的刨花板表面缺陷在线检测提供参考。

1 TLD算法检测原理

基于TLD算法的在线检测装置,具有实时从视频流中追踪未知物体的能力,其主要由检测模块、跟踪模块和学习模块三部分组成。

检测模块为一个级联分类器^[6-10],只有极少数图像区域能够通过分类器成为缺陷目标区域;跟踪器以金字塔光流法(Lucas-Kanade, LK)^[11]为基本原理,结合TLD中值流(Median Flow)算法^[12],实现对缺陷目标区域的跟踪。

检测器与跟踪器并行的工作方式,使TLD在跟踪运动目标的过程中,允许缺陷目标离开视野,当视野中再次有缺陷目标出现时,能够自动将其捕捉并继续跟踪。实现上述效果可通过一个离线学习模块,实时地更新跟踪器和检测器。

学习模块利用PN(Positive Constraint and Negative Constraint)学习^[13-14],对目标模型不断地进行更新,针对检测器对图像样本进行分类时可能产生的两种错误,提供了两种“专家”来进行纠正。一种是P专家(P-expert),能够检出漏检的正样本,即发现正样本被误分为负样本的情况;另一种是N专家(N-expert),能够改正误检的正样本,即发现负样本被误分为正样本的情况。

学习模块使检测器和跟踪器一直处于学习和增强状态,从而获得更好的检测与跟踪效果。

2 材料和方法

2.1 试验材料

刨花板(PB)试板3块,来源于某工厂,规格:
A: 80 cm×60 cm(长×宽),表面有一处圆形和一处方形的大刨花缺陷;

B: 70 cm×40 cm(长×宽),表面有一处细长的刨花缺陷;

C: 100 cm×50 cm(长×宽),表面有大片不规则的刨花缺陷和两处相邻大刨花缺陷。

2.2 试验方法

将待检测刨花板置于传送装置上,以0.3 m/s的速度通过摄像头视野。摄像头将采集到的视频序列传输至计算机,通过计算获得缺陷目标图像的个数、缺陷面积(A)及缺损程度(d)等特征参数,并以这三个表面品质参数,评估刨花板表面缺陷等级。

刨花板表面缺陷检测装置和流程图,分别见图1和2。

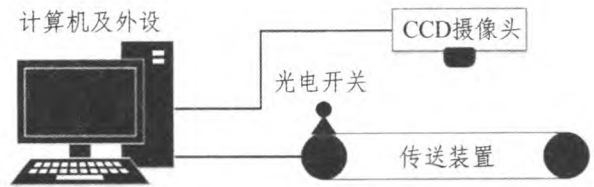


图1 刨花板表面缺陷检测装置示意图

Fig.1 Schematic diagram of equipment for detecting surface defects of particleboard

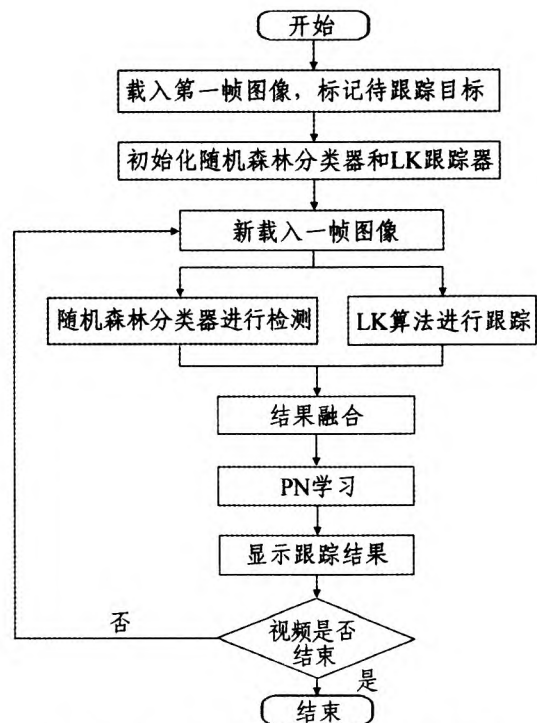


图2 TLD检测刨花板表面缺陷流程图

Fig.2 Flow diagram of TLD arithmetic for detecting surface defects of particleboard

在跟踪检测过程中,每一帧图都对应一个缺陷面积值,取其平均值 A_i 作为最终的缺陷面积值。

为了避免在检测过程中，板材表面存在的细料以及算法本身的检测偏差，设置最小缺陷面积 $A_{min}=500$ 像素和最大缺陷面积 $A_{max}=5\ 000$ 像素为阈值，分别计算缺陷目标区域和背景区域像素点的灰度均值，两灰度均值的差，则表示当前缺陷的损伤程度 d ，取其平均值，作为最终的缺损程度值。

3 结果与分析

3.1 刨花板表面缺陷检测效果

跟踪器对当前缺陷目标进行长时间持续的跟踪，并在每一帧图像中提取缺陷目标的灰度图像和二值图像。三块刨花板表面缺陷的检测效果见图3，共捕捉到5个缺陷目标。

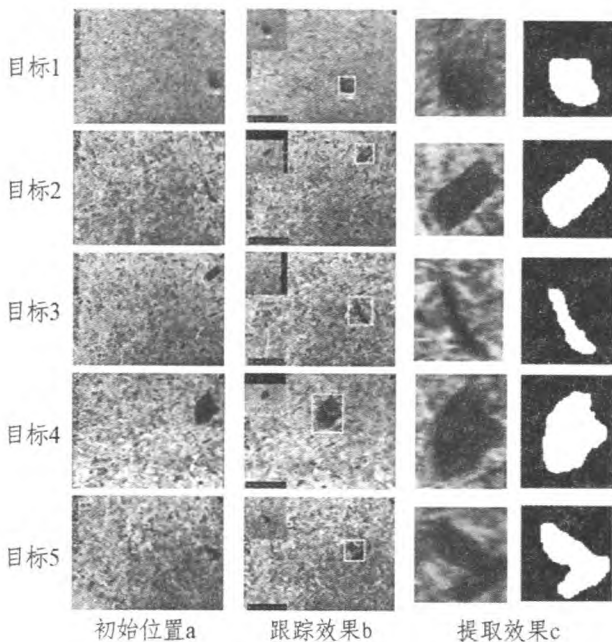


图3 刨花板表面缺陷检测图

Fig.3 Surface defect detection pictures of particleboard

图3a显示的是刨花板表面缺陷的初始位置，图3b显示，TLD对缺陷目标进行持续、有效地跟踪。在整个跟踪过程中，目标框的位置和大小均随捕捉到的、运动的缺陷目标发生变化，保证了对缺陷目标图像准确有效的提取。图3c中，提取到的缺陷目标二值图像边缘连续且光滑，不存在伪目标，符合预期效果。

3.2 缺陷特征参数计算

刨花板表面缺陷检测的特征参数计算结果，如表1所示。

表1 刨花板表面缺陷参数计算结果

Tab.1 Calculation results of surface defect parameters

特征参数	A		B	C	
	目标1	目标2	目标3	目标4	目标5
缺陷面积/像素	2 457	2 580	1 099	3 373	2 633
缺陷损伤程度	68.07	87.11	88.38	90.93	67.41

计算结果与板材静止状态下多次缺陷取样的测量结果一致，参数计算的准确率为94.23%。算法单次运行时间不超过0.1s，完全能够满足实际生产线上作业的要求。

3.3 对消失后再现缺陷的捕捉

在实际生产线中，刨花板一直处于线性运动状态，其表面的各个缺陷目标会在机器视野内不断地消失又出现。针对这一现象，笔者进行了缺陷目标的连续捕捉试验，检测效果如图4所示。

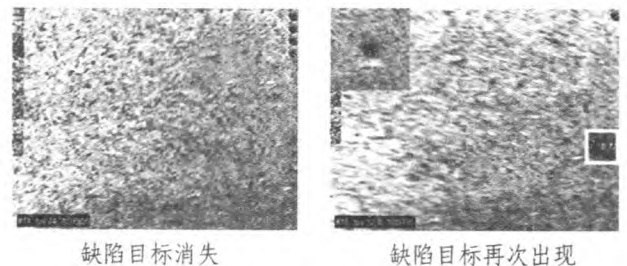


图4 对消失后再现缺陷的捕捉效果

Fig.4 Capture effect of reappeared defects

由图4可以看出，TLD检测器与跟踪器能够有效地判断出视野内缺陷目标的消失。当板材表面缺陷目标在视野中消失时，算法不予显示跟踪框，而当缺陷目标再次出现时，又能够准确地对其进行捕捉和进一步的跟踪。这一优点使其能够很好地适应生产线上的实际需求，对多个板材缺陷目标进行连续跟踪捕捉。

4 结语

1) 基于TLD算法的在线检测装置，对刨花板表面缺陷进行在线检测，能够实时、有效地捕捉到板材表面的缺陷目标，具有较高的准确性、实时性及稳定性。

2) 基于TLD算法的在线检测技术，可以对运动中的目标进行长时间、稳定地跟踪，并能够根据板材表面缺陷面积，自动调节目标框大小；同时，TLD对视野中消失后再出现的目标，进行持续跟踪捕捉，

具有较强的抗干扰、抗打断能力。

3) 基于 TLD 算法的表面缺陷检测技术, 主要针对生产线上最为常见的表面大刨花缺陷, 与其他在线检测技术相比, 具有精度高、硬件设备简单的优点, 具有很好的推广前景。

4) 后续将进行刨花板表面缺陷的性质、粗糙程度等对表面缺陷检测结果的影响研究。

参考文献:

[1] Nashat S, Abdullah A, Abdullah M Z. Machine vision for crack inspection of biscuits featuring pyramid detection scheme[J]. Journal of Food Engineering, 2014, 120(1): 233-247.

[2] 王震宇. 基于机器视觉钢板表面缺陷检测技术研究[J]. 计算机与现代化, 2013(7): 130-134.

[3] 孙雪晨, 姜肖楠, 傅瑶, 韩诚山, 文明. 基于机器视觉的凸轮轴表面缺陷检测系统[J]. 红外与激光工程, 2013, 42(6): 1647-1653.

[4] Kalal Z, Mikolajczyk K, Matas J. Tracking-Learning-Detection[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 2012, 34(7): 1409-1422.

[5] Viola P, Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features[C]. Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on. IEEE Xplore, 2001.

[6] Ozuysal M, Calonder M, Lepetit V, et al. Fast keypoint recognition using

random ferns[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 2010, 32(3): 448.

[7] Saffari A, Leistner C, Santner J, et al. On-line random forests[C]. IEEE, International Conference on Computer Vision Workshops. IEEE Xplore, 2009: 1393-1400.

[8] Lepetit V, Fua P. Keypoint recognition using randomized trees[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 2006, 28(9): 1465-1479.

[9] Ozuysal M, Fua P, Lepetit V. Fast keypoint recognition in ten lines of code[C]. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. DBLP, 2007: 1-8.

[10] 王卫星, 王李平, 员志超. 一种基于最大类间后验概率的 Canny 边缘检测算法[J]. 计算机应用, 2009, 29(4): 962-965.

[11] Ghosal S, Mehrotra R. Robust optical flow estimation[C]. Image Processing, 1994. Proceedings. ICIP-94. IEEE International Conference. IEEE, 1994: 780-784.

[12] Kalal Z, Mikolajczyk K, Matas J. Forward-mackward error: automatic detection of tracking failures[C]. International Conference on Pattern Recognition. IEEE, 2010: 2756-2759.

[13] Kalal Z, Matas J, Mikolajczyk K. P-N learning: Bootstrapping binary classifiers by structural constraints[C]. Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE, 2010: 49-56.

[14] Grabner H, Leistner C, Bischof H. Semi-supervised on-line boosting for robust tracking[C]. Computer Vision-ECCV 2008, European Conference on Computer Vision, Marseille, France, Proceedings. DBLP, 2008: 234-247.

(责任编辑 孟凡丹、向琴)

(上接第 33 页)

4 小结

东阳红木家具产业在短时间内快速形成与发展能够壮大, 形成了产业规模与集聚效应, 是我国重要的红木家具生产基地。对于东阳红木家具产业面临的产业结构不合理、原材料越趋濒危、差异化发展战略欠缺、专技与高端设计人才欠缺等制约因素, 需加快产业结构调整, 实施“因品用材”、“因品施艺”战略, 产学研合作, 加强人才与品牌体系建设, 完善服务体系, 提升品牌价值, 才能有效应对挑战, 提升东阳红木家具产业核心竞争力, 促进其健康可持续发展。

参考文献:

[1] 戴向东. 中国传统家具艺术在当代的振兴思辨(上)[J]. 家具与室内装饰, 2015 (4): 20-21.

[2] 刘小红, 陆康乐. 东阳木雕红木家具: G20 峰会上的“中国红”[N].

中国文化报, 2016-09-10 (007) .

[3] 申明倩, 李军. 江苏红木家具产业集群研究[J]. 家具, 2015(1): 79-82.

[4] 许海峰. 基于设计创新视角的东阳木雕·红木家具产业转型升级研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2016.

[5] 翟东群, 姜笑梅, 殷亚方. 红木资源现状及变化趋势[J]. 木材工业, 2014, 28 (2): 26-30.

[6] 斐依. 红木家具市场如何破局[N]. 中国文化报, 2016-08-27 (007) .

[7] 毛传伟. 2016—2017 年我国红木行业发展状况[J]. 中国人造板, 2017 (5): 34-40.

[8] 胡景初. 论红木家具产业的转型与可持续发展[J]. 家具与室内装饰, 2012 (10): 11-12.

[9] 中国家具协会. 中国家具行业“十三五”发展规划[J]. 家具与室内装饰, 2016 (5): 6-7.

[10] 许美琪. 我国红木家具业要走新路[J]. 家具与室内装饰, 2013 (11): 11-12.

[11] 许美琪. 我国红木家具业的根本问题[J]. 家具, 2015, 36 (1): 73-78.

[12] 冯晓青. 企业品牌建设及其战略运用研究[J]. 湖南大学学报(社会科学版), 2015, 29 (4): 142-149.

[13] 常乐, 吴智慧. 关于我国家具产业提升竞争力的探讨[J]. 中国人造板, 2011 (10): 46-48.

(责任编辑 孟凡丹、向琴)

敬请关注本刊微信公众号: mucaigongye 投稿请认准本刊唯一官网: mcgy.criwi.org.cn