

基于机器视觉的注塑机模具监控系统^{*}

汪成龙, 方浩群, 马秋立, 何 宣, 林浩斌, 孙培宜

(惠州学院电子科学系, 广东 惠州 516007)

摘要: 针对人工对注塑料机模具的检测存在低效率和无法及时处理异常等问题, 提出了基于机器视觉的注塑料机模具监控系统, 实时有效并且准确快速地捕抓模具及产品是否存在残缺、异物保留和易位现象。在对图像进行预处理后使用模板匹配定位检测区域, 在检测区域内利用差影法对目标区域进行差异检测, 最后对干扰粒子进行滤除, 并进行粒子分析从而检测出异常物体。系统可以检测模具损伤、裂缝、凹陷或凸出、工件易位、异物遗留等, 能完成对模具检测和工件外观检测的多重要求。

关键词: 机器视觉; 模具监控; 图像预处理; 差影法; 粒子分析

doi: 10.3969/j.issn.1005-5770.2017.11.018

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-5770 (2017) 11-0075-04

Mold Monitoring System of Injection Mold Based on Machine Vision

WANG Cheng-long, FANG Hao-qun, MA Qiu-li, HE Xuan, LIN Hao-bin, SUN Pei-yi

(Electronic Science Department of Huizhou University, Huizhou 516007, China)

Abstract: Aiming at the problems such as the low efficiency and the inability to deal with the abnormality in the mould of the injection molding machine, the paper put forward the monitoring system of the mould based on machine vision, which could effectively and quickly and accurately catch the phenomena of incomplete and foreign body retention and translocation of the mould and the product.

After the image was preprocessed, the template was used to locate the detection area and the target region was detected by the difference method in the detection area. Finally, the interference particles were filtered and the particles were analysed to detect the abnormal objects. The system can detect mold damage, cracks, depression or protrusion, work piece translocation, foreign body left and other detection to complete the mold detection and work piece appearance detection of multiple requirements.

Keywords: Labview Machine; Vision Mold Monitoring; Image Preprocessing; Difference Method; Particle Analysis

在繁多的材料中, 塑料具有可塑性高, 易于加工制造, 成本低廉, 耐冲击强度高, 化学稳定性与绝缘性能良好的优点, 故而塑料制品在各行各业中得到非常广泛的应用。然而注塑料机模具却极易损坏, 为了防止以上情况发生, 在以往的监控中不得不使用人工配合机器的方式, 从而达到全面检测的目的。但是人工一天有固定的工作时间, 并且会因某些紧急处理的事务不得不中途离开监控现场, 因为系统不得不转交或者暂停工作。其实人工检测不仅速度有限, 并且不能保证有较高的精度。

为了改进上述模具监控方式, 本文引出基于机器视觉的注塑料机模具监控系统^[1-3], 用差影法来进行

检测和保护, 对比于传统的模具保护方法, 其优点显著, 其一, 可以适应几乎所有的模具监控; 其二, 机器是不知疲倦的, 可适应于复杂的工作环境并且长时间工作 (必要时可 24 h); 其三, 基于同一软件程序, 可以批量生产机器, 扩大生产规模, 达到价格低廉。不仅仅是对模具较大异物体的检测, 模具腔体中工件黏附异物依然能够检测得出, 并且实时监控模具是否完整。工程师可以根据环境随时升级系统, 从而适应不同代产品的要求。

1 图像预处理^[4]

图像预处理主要有两种目的, 一种是为了增强图

^{*} 惠州市科技计划项目 (2015B010002008), 广东省普通高校青年创新人才项目 (2015KQNCX156)

作者简介: 汪成龙, 男, 1986 年生, 讲师, 博士, 研究方向为机器研究。

像, 利于图像特征的提取。另一种是复原图像, 避免图像的质量遭到严重破坏而失去了真实的面貌。工厂机器总是带有震动, 并且飘扬的灰尘会对图像采集有影响, 使图像中带有噪声。摄像头采集得到的图像是个彩色图, 不是程序所要, 应该对图像进行一系列的预处理, 对比度和亮度的灰度调整, 进行均值滤波消去椒盐噪声和高斯平滑滤波消去高斯噪声^[5], 直方图的修正将灰度级进行均衡等。

2 有效监控区域 ROI 设定

采用检测的原则是以优良品为区域选取的样本, 以错误的理论去验证是否正确将会永远是错误的, 并且是静态的图片, 因为静态图具有更优良的稳定性。在最小的矩形框内选出最大的有效范围检测区域。以下图样中均为选取的有效检测区域, 可见虚线圈外围的图像信息为模具外的背景信息, 为无效部分。

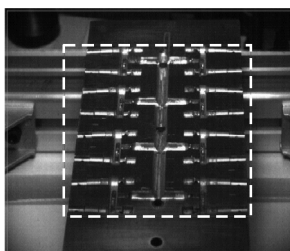


图 1 正确的空模 ROI 图

Fig 1 Empty die ROI right

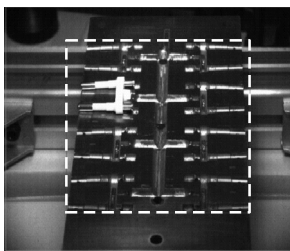


图 2 错误的空模 ROI

Fig 2 Incorrect empty mode ROI

3 异常目标提取与处理

3.1 模板匹配定位

在 LabVIEW 中集成的 IMAQ Learn Pattern 4 VI, 提供了集成的匹配函数, 通过读入的匹配信息和匹配原图像能够定位出目标区域并且传输定位信息给无损模具模板匹配 (在 labview 中的 PatternMatching VI 根据角度参数和相似度条件进行匹配), 使用 Rotated 的匹配算法, 最高匹配数量为 2, 匹配角度设置为 $\pm 10^\circ$, 当超过 10° 时, 此时模具过度倾斜也视为模具状态异常。

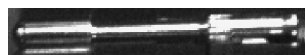


图 3 模板

Fig 3 Templet

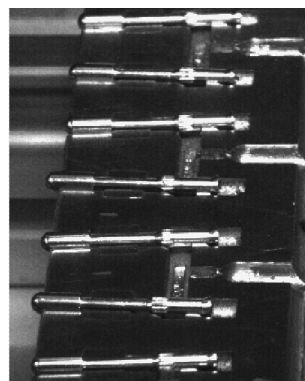


图 4 匹配目标图

Fig 4 Matching object graph

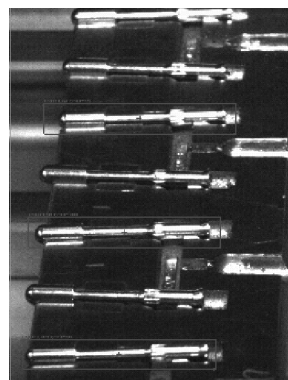


图 5 匹配结果图

Fig 5 Map matching results

3.2 差影法和阈值分割^[6-7]

差影法是图像代数的减法运算, 可以识别两幅图的差异, 从而达到差异检测的效果。当采集图像无异常时, 图像的灰度差值应该为全 0, 当模具异常时, 结果是遗留下差异即异物的二维灰度数组。公式如下:

$$S(x, y) = |T(x, y) - I(x, y)|$$

式中, $S(x, y)$ 为结果图像信息, $T(x, y)$ 为模板图像信息, $I(x, y)$ 为采集的图像。

采集相机的电压不稳定和环境的干扰都将导致随机高斯噪声的产生, 使得图像像素的灰度值随机增高或者降低。阈值分割根据环境因素分析系统自动设定好一个合适的阈值参数灰度图转化为二值图, 来减少外部环境的干扰和进行差影检测。

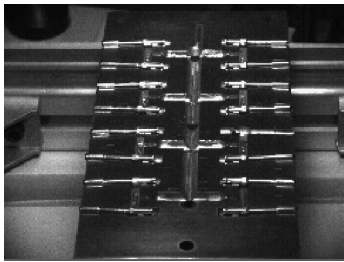


图 6 原图 (检测图)
Fig 6 Artwork (check chart)

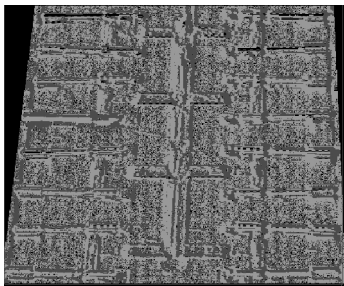


图 7 阈值为 1 时的识别
Fig 7 Recognition at threshold of 1

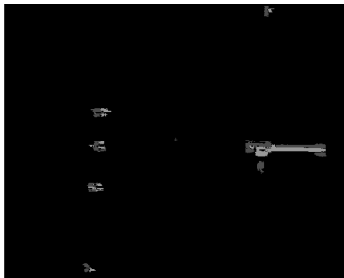


图 8 阈值为 30 时 (合适值) 的效果
Fig 8 The effect at threshold of 30

将得到板定位的信息后对定位的区域进行差影计算，并且分割出差异的信息。由模板定位的输出得 Position 位置和 Angle 角度，并且根据角度信息和位置信息进行差影计算，默认差影后的图像二值化的阈值为 30。

3.3 颗粒滤波和颗粒分析

由于差影法对区域内灰度不同的信息极度敏感，所以即使是物件的小位移导致的图像相同块灰度值不同，也被识别出小块状异常。故而需要角度信息和位置进行颗粒滤除。

对图像进行最后的判定，需要用到粒子分析，粒子分析计算出结果图像的粒子块数量、粒子数量、粒子坐标位置、粒子占图像的比例等信息，以供分析。最后来进行异常报警和清除或正常通过。

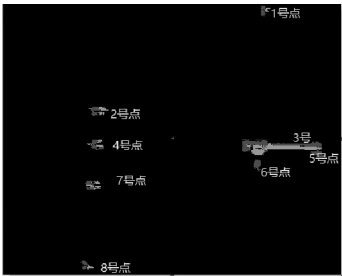


图 9 颗粒分布图
Fig 9 Grain distribution map

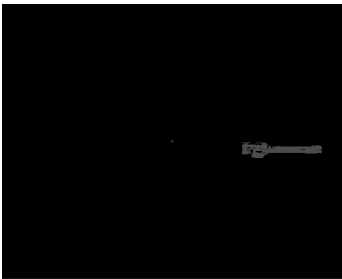


图 10 处理结果图
Fig 10 Processing result diagram

表 1 粒子信息表

Tab 1 Particle information table

结果标号	标号 1	标号 2	标号 4	标号 5	标号 6	标号 7	标号 8
x 坐标	1 814	801	783	2 074	1 781	967	935
y 坐标	372	1 050	847	1 026	1 084	1 187	1 580
像素区域	1 334	2 199	2 091	967	1 374	2 241	1 157
大小 (点)							

4 结果

表 2 运行结果表

Tab 2 Operation results table

图片名称	检测区域 中心坐标	异常中心	异常 总像素	异常占比 /%	平均用时 /s
开模 K00	(1 384 , 944)	无	0	0	0.79
开模 K01	(1 384 , 945)	无	0	0	0.75
空模 K00	(1 380 , 954)	无	0	0	0.72
空模 G01	(1 379 , 955)	x1 484 y674	40 136	0.80	0.75
空模 G02	(1 380 , 955)	x676 y55	98 646	1.96	0.72
铜帽 K00	(1 380 , 954)	无	0	0	0.79
铜帽 K01	(1 379 , 955)	无	0	0	0.74
铜帽 G01	(1 379 , 955)	x1 906 y994	19 288	0.38	0.74
铜帽 G02	(1 383 , 953)	x1 748 y992	19 271	0.38	0.75

在软件对模具进行监控的过程中得到相应的匹配信息和异常信息统计。从数据可以看出，采集的工业相机位置相当的稳定。异常的像素点虽然看起来非常庞大，实际上只占了图片的 0.5%~2%，这是采集图片的尺寸非常大的原因，图片达 4 M 大，在正确识别率方面，无异常模具状态的正确识别率为 100%，异

常模具状态的正确识别率为 98%。



图 11 程序界面图

Fig 11 Program interface diagram

5 结论

1) 能够准确、快速对模具状态进行监控, 分析得出注塑料模具状态正常与否。

2) 能够应用于大部分的注塑料机模监控, 不限于单一性。

3) 能够自动化进行监控后把异物清除, 减少人

工劳动力, 增大生产率。

参 考 文 献

- [1] 王平江, 徐长杰, 基于机器视觉的模具保护方法研究与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (5): 1281-1284.
- [2] 徐宏坤. 基于 LabVIEW 远程监测平台的研究 [D]. 成都: 成都理工大学, 2008.
- [3] 龚爱平. 基于机器视觉的信息采集与处理技术研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2013: 1-122.
- [4] 张静. 数字图像处理与及其视觉 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2014.
- [5] 张涛. 小波变换在图像去噪和边缘检测中的研究与应用 [D]. 贵阳: 贵州大学, 2016.
- [6] 赵荣昌. 图像区域分割编码的若干关键问题研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2011.
- [7] 张果胜. 基于模板的异常检测系统及其关键技术研究 [D]. 长沙: 中南大学, 2010: 1-72.

(本文于 2017-07-24 收到)

(上接第 60 页)

- [J]. Int J Adv Manuf Technol, 2013, 67 (5-8): 1191-1203.
- [6] BIKAS H, STAVROPOULOS P, CHRYSSOLOURIS G. Additive manufacturing methods and modelling approaches: a critical review [J]. Int J Adv Manuf Technol, 2016, 83 (1-4): 389-405.
- [7] 唐通鸣, 张政, 邓佳文, 等. 基于 FDM 的 3D 打印技术研究现状与发展趋势 [J]. 化工新型材料, 2015, 43 (6): 228-230.
- [8] 小康. 3D 打印不为人知的十个隐患 [EB/OL]. (2014-03-07) [2016-12-21]. <http://www.vx.com/news/2014/3524.html>.
- [9] MOGNOL P, LEPICART D, PERRY N. Rapid prototyping: energy and environment in the spotlight [J]. Rapid Prototyping J, 2006, 12 (1): 26-34.
- [10] BAUMERS M, TUCK C, WILDMAN R, et al. Energy inputs to additive manufacturing: Does capacity utilization matter? [J]. EOS, 2011, 1000 (270): 30-40.
- [11] 李星云, 李众立, 李理. 熔融沉积成型工艺的精度分析与研究 [J]. 制造技术与机床, 2014, (9): 152-156.
- [12] 屈晨光, 张师军, 高达利, 等. 环境温度对 3D 打印成型精度的影响 [J]. 塑料工业, 2015, 43 (8): 53-55.
- [13] 桑鹏飞, 刘凯, 王扬威. 熔融沉积成型中的原型翘曲变形分析 [J]. 机械设计与研究, 2015, 31 (3): 118-120.
- [14] 龙得洋. 桌面级 FDM 工艺参数研究 [D]. 上海: 上海工程技术大学, 2015.
- [15] JIN Y, DU J, MA Z, et al. An optimization approach for path planning of high-quality and uniform additive manufacturing [J]. Int J Adv Manuf Technol, 2017: 1-12.
- [16] LIU X, SHAPIRO V. Homogenization of material properties in additively manufactured structures [J]. Comput Aided Des, 2016, 78: 71-82.
- [17] JIN Y A, LI H, HE Y, et al. Quantitative analysis of surface profile in fused deposition modelling [J]. Addit Manuf, 2015, 8: 142-148.

(本文于 2017-07-17 收到)

欢迎投稿, 欢迎订阅, 欢迎刊登广告

《塑料工业》投稿邮箱: slgy@bluestar.chemchina.com

《塑料工业》网站: www.iplast.cn