

doi:10.3969/j.issn.1672-4348.2018.03.013

基于机器视觉的瓷砖尺寸检测研究

陈世辉^{1,2}

(1.福建工程学院 机械与汽车工程学院, 福建 福州 350118;
2.福建省智能装备服务型制造公共服务平台, 福建 福州 350118)

摘要:以瓷砖尺寸的检测为研究对象,研究了基于机器视觉的瓷砖尺寸检测。根据瓷砖的国家标准,利用机器视觉传感器,对采集图像进行降噪和图像增强,构建了一套瓷砖尺寸在线检测装置,并对该装置进行试验验证。结果表明,机器视觉对瓷砖尺寸检测达到国家标准和企业标准。

关键词:瓷砖; 机器视觉; 尺寸检测; 降噪; 图像增强

中图分类号: TP216 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-4348(2018)03-0271-04

Research on tile size inspection based on machine vision

CHEN Shihui^{1,2}

(1.School of Mechanical & Automotive Engineering, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China;
2.Fujian Provincial Public Service Platform of Service-oriented Manufacturing of Intelligent Equipment, Fuzhou 350118, China)

Abstract: Based on the size measurement of ceramic tiles, tile size inspection based on machine vision was studied. According to the national standard on ceramic tiles, a set of on-line detection device for tile sizes was constructed by using the machine vision sensors to conduct de-noising and image enhancement. Experimental results show that the machine vision can meet the national and the enterprise standards for tile size inspection.

Keywords: ceramic tiles; machine vision; dimensional inspection; de-noising; image enhancement

目前,瓷砖的表面质量和色差主要通过检测人员的手工和个人经验检测。由于检测人员的长时间工作及自身主观因素等影响,瓷砖检测结果的正确性和稳定性难以保证。由于瓷砖在生产线上的运行速度较快,检测人员只能对瓷砖进行抽检,容易造成漏检、误检。为降低检测人员的工作量,提升检测精度,需要对老旧的生产加工工艺进行改良,国内对瓷砖质量检测的研究已有不少^[1-9]。本研究应用机器视觉,对产品在线进行尺寸精确度及产品缺边的情况检测,从工程角度出发,建立一套基于机器视觉的在线检测瓷砖尺寸装置,并进行试验验证。

1 系统工作原理

根据 GB/T4100-2015,以某企业的企业标准检测瓷砖,600 mm×600 mm(长×宽)的尺寸误差为(600±0.3)mm。瓷砖检测系统如图 1。该系统由相机固定在一个有底座支架上,每两台相机刚好并排固定在瓷砖正上方,视觉检测由输送系统、视觉检测系统和控制系统组成。其中,视觉检测系统由 CCD 黑白相机与支架组成,每台相机独立安装,可以隔离瓷砖传动产生的振动。输送系统由链条和滚筒组成,链条带动滚筒转动,把经定位轮的瓷砖输送到工位 1,通过图 1 中的定位轮对瓷

砖进行定位,以保证不同规格的瓷砖能准确安置在视觉系统检测范围内,定位轮可以根据瓷砖的不同尺寸进行调整。控制系统由直流伺服电机和 PLC 控制器组成。对工位的精确定位可以有多种电机驱动方式^[10-12]。本项目采用直流伺服电机驱动。PLC 依照判定结果通过 I/O 端口控制电磁阀驱动对应的分级装置为瓷砖分拣。

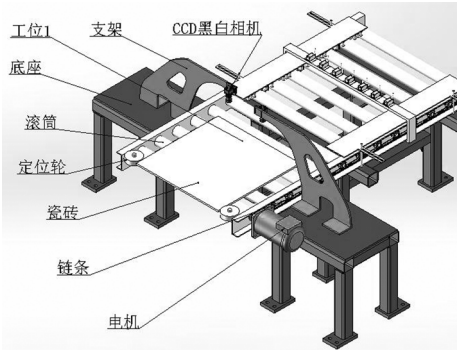


图 1 瓷砖检测系统组成
Fig.1 Setup of the tile inspection system

利用 PLC 控制电机使滚筒转动,把瓷砖输送到每一个工位,对于尺寸不一样的瓷砖,采用不同配置,4 台 CCD 黑白相机,使用背光源。对于大尺寸规格方形砖(800~1 000 mm),4 台相机分别拍摄略大于瓷砖 1/4 的区域进行检测;对于矩形瓷砖(200 mm×600 mm),采用 2 台相机拍摄略大于瓷砖 1/2 的区域进行检测;对于小尺寸规格方形砖(400 mm×400 mm 以下),采用 1 台相机拍摄瓷砖进行检测。不同规格的瓷砖都统一到同一工位进行检测。测试系统如图 2 所示。

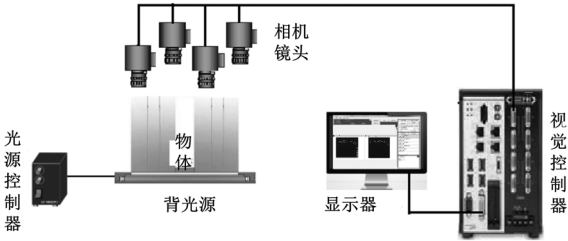


图 2 测试系统图
Fig.2 Test system

测试系统中,控制器采用 OMRON 的 FH-3050-10,型号为 FZ-S5M2 的相机,光源控制器为 Wordop,型号为 PS2-6024-2 有 2 通道,总输出功率 60 W。

2 视觉图像处理

机器视觉系统对产品尺寸的测量不仅精度高、容易实现自动化、非接触,并且速度快。对瓷砖的不同部位可通过视觉检测技术进行拍摄,拍摄出多张部分重叠的图像,之后通过图与图的信息重复把图像拼接起来得到完整的大块瓷砖图像,完整的瓷砖结构尺寸通过分析大块瓷砖图像便可得出。

本试验测试的瓷砖样品为 148 mm×148 mm 使用 200 万像素 CCD 相机,取图像视野为 220×165,则视觉精度为 0.137 5 mm/pixel。调整相机光圈、焦距以及光源亮度,从而获取较好的图像效果,瓷砖视觉图像如图 3 所示。视觉检测中的长度单位为像素。要使图像上的像素坐标和实际的以毫米为单位的坐标关联,需要进行图像校准。利用视觉软件中“相机校准值”中的点校准即可完成校准过程。

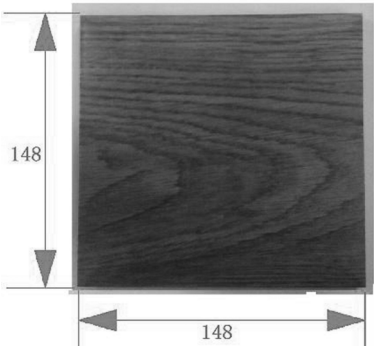


图 3 瓷砖视觉图像(单位:mm)
Fig.3 A tile's visual image (unit:mm)

2.1 图像滤波

在获取瓷砖图像时,图像质量会由于外部环境干扰或者自身传感器、信号传输等原因而降低^[13-14],这时候需要对图像进行滤波处理。

直方图的图像信息非常丰富,通过直方图可以得到图像像素灰度的分布和各个灰度级与其在数字图像中出现频数的关系。在获取的瓷砖图中, r 表示灰度级, $r \in [0, 255]$ 。

在瓷砖灰度图中,将某点到图像的左上角,在瓷砖上形成的矩形区域内全部点的灰度值之和表达为 (x, y) ,瓷砖一个点 (x, y) 的值在实际计算过程中为:

$$I(x, y) = I(x-1, y) + I(y-1, x) - I(x-1, y-1) +$$

$G(i,j)$ (1)

式中, I 表示瓷砖图像中该点的积分图像值, G 为瓷砖图像中该点的灰度值。

通过以上计算,便可对瓷砖图像中任意矩形框内点的灰度和进行求值。

2.2 图像增强

瓷砖灰度图像的对比度增强直方图均衡化是一种图像增强技术,可以使瓷砖图像整体或局部反差程度增强,可以看见瓷砖图像的某些细节,使图像的分割效果得到改进^[15]。

- 直方图均衡化步骤:
- 1)算出输入图像的直方图 H ;
 - 2)进行直方图归一化,直方图的组距和为 255;
 - 3)计算直方图积分;
 - 4)进行图像变换。
- 均衡化后的原始图像如图 4 所示。

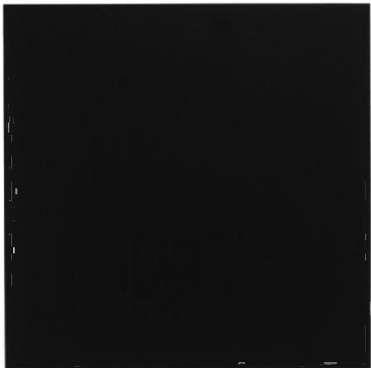


图 4 增强后图像
Fig.4 Enhanced image

通过以上步骤处理,保证了输出瓷砖图像的灰度均值接近于输入瓷砖图像灰度均值,增强瓷砖图像对比度。

3 试验及结果分析

瓷砖检测的要求根据 GB/T4100-2015,干压陶瓷砖长度和宽度技术要求如下:

- 1)70 mm≤名义尺寸 $N<150$ mm 的瓷砖:每块砖(2 条或 4 条)的平均尺寸相对于工作尺寸(W)允许偏差为±0.9%;
- 2)名义尺寸 $N≥150$ mm 的瓷砖:每块砖(2 条或 4 条)的平均尺寸相对于工作尺寸(W)允许偏差为±0.2%,最大值为±2.0 mm;
- 3)所有抛光砖的允许偏差最大值±1.0 mm。

试验方法按 GB/T 3810.2-2016 要求进行,试验中,分别测量瓷砖的上、下、左、右边长,进行 10 次测量,测量结果如表 1 所示。

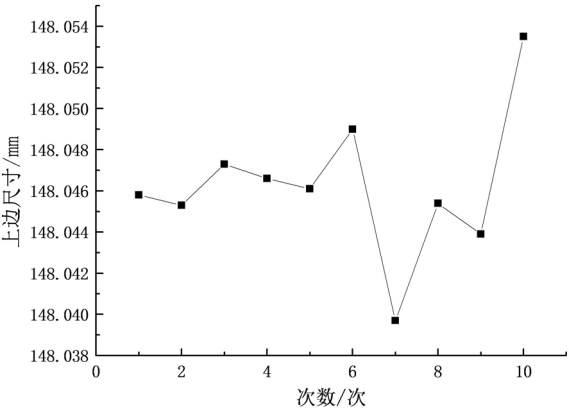
由于采用同一套测试系统,其测试结果具有普遍性,选取瓷砖上、左边的 10 次测量结果进行分析,如图 5(a)(b)所示。

由图 5 可知,10 次测量结果中,从第 6 次开始,数据波动大,存在整个测试系统随机振动的因素,但其测试的误差最大为 0.013 8 mm,依然在国标的允许范围内。

根据国家标准,对数据进行平均处理如图 6 所示,其测量结果与分次测量的结果一样,从第 6 次开始波动,最大误差为 0.003 5 mm。

表 1 瓷砖测量结果
Tab.1 Measurement results of a tile

次数						mm
	上边	下边	左边	右边	平均	
1	148.045 8	147.560 3	148.318 2	148.281 9	148.051 5	
2	148.045 3	147.560 0	148.318 9	148.281 1	148.051 3	
3	148.047 3	147.560 0	148.319 4	148.280 3	148.051 8	
4	148.046 6	147.560 9	148.319 2	148.280 7	148.051 8	
5	148.046 1	147.561 3	148.319 1	148.279 0	148.051 4	
6	148.049 0	147.560 8	148.316 8	148.286 5	148.053 3	
7	148.039 7	147.558 0	148.318 4	148.283 2	148.049 8	
8	148.045 4	147.558 0	148.315 5	148.280 3	148.049 8	
9	148.043 9	147.559 8	148.317 5	148.281 5	148.050 7	
10	148.053 5	147.561 4	148.315 4	148.282 6	148.053 2	



(a) 瓷砖上边测量结果

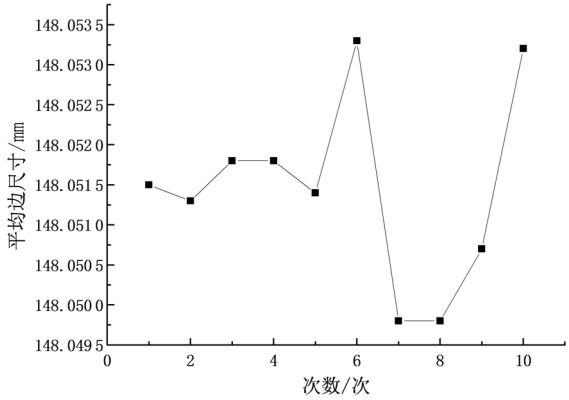


图 6 测量平均结果

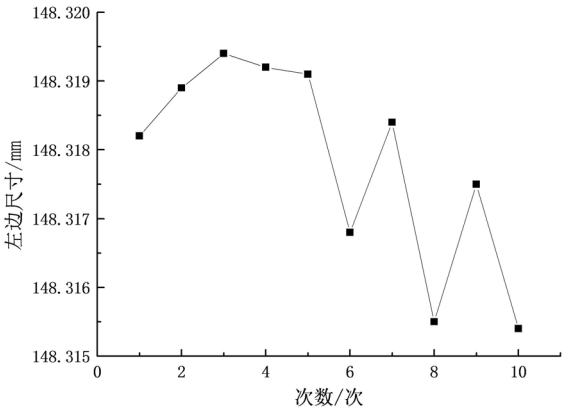
Fig.6 Average measurement results

从测量的数据可以看出,通过视觉检测瓷砖的长度和宽度,其测量稳定性高、偏差小,最大误差为 0.002 2 mm,达到检测要求。

4 结论

通过构建瓷砖机器视觉检测系统,采用 200 万像素的 CCD 相机,检测瓷砖的尺寸,对图像进行降噪和增强处理后,测试瓷砖的四边尺寸,其误差为微米级,达到国家标准和某企业标准,为瓷砖的自动在线检测提供一种可行的测试方法。

致谢:本试验的过程得到中海创自动化有限公司的大力支持,在此表示感谢。



(b) 瓷砖左边测量结果

图 5 机器视觉测量结果

Fig.5 Machine vision measurement results

参考文献:

[1] 郭萌,胡辽林,赵江涛.基于 Kirsch 和 Canny 算子的陶瓷碗表面缺陷检测方法[J].光学学报,2016(9):19-25.
[2] 杨凯斌,吴定祥,龚金成,等.圆环陶瓷检测算法研究[J].中国陶瓷,2017(3):39-44.
[3] 孙政荣.基于数字图像处理技术实现陶瓷片在线动态检测的方法研究[J].传感技术学报,2005,18(1):70-73.
[4] 李庆利,王永强,张帆.陶瓷砖表面缺陷视觉检测算法研究[J].中国陶瓷,2015(3):44-47.
[5] 王俊祥,彭华仓,胡鸿豪,等.基于计算机视觉的陶瓷圆度快速检测系统研究[J].陶瓷学报,2015,36(5):530-535.
[6] 胡鸿豪,刘英,王俊祥.基于 LABVIEW 和 MATLAB 的陶瓷缺陷检测系统设计[J].中国陶瓷,2015(9):53-55.
[7] 李业富,赵玉刚,姜文革.基于图像处理的陶瓷产品缺陷识别研究[J].现代制造工程,2014(5):109-112.
[8] 王永强.基于机器视觉技术的卫生陶瓷缺陷检测研究[J].中国陶瓷,2014(11):53-56.
[9] 帅立国,陈慧玲,怀红旗.触觉传感与显示技术现状及发展趋势[J].振动测试与诊断,2016,36(6):1035-1043.
[10] 张恩东,李焱,张玉东,等.基于直流力矩电机快速定位光电伺服系统设计[J].微特电机,2016,44(11):54-56.
[11] 苏民伟,罗敏峰,郑伟.超声电机位移分辨率特性研究[J].组合机床与自动化加工技术,2016(2):9-12.
[12] 郑伟,黄伟彬,罗敏峰.温度对超声波电动机起动阶段位移分辨率的影响[J].微特电机,2017(8):17-19,23.
[13] 郭瑞峰,袁超峰,杨柳,等.基于 OpenCV 的机器视觉尺寸测量研究[J].计算机工程与应用,2017,53(9):253-257.
[14] 冈萨雷斯,伍兹.数字图像处理[M].阮秋琦,译.北京:电子工业出版社,2011.
[15] 陈永亮.灰度图像的直方图均衡化处理研究[D].合肥:安徽大学,2014.

(责任编辑:陈雯)