

基于颜色特征的卫生陶瓷缺陷图像识别^①

王永强¹, 李庆利²

¹(唐山学院 计算机科学与技术系, 唐山 063000)

²(唐山学院 机电工程系, 唐山 063000)

摘 要: 针对卫生陶瓷在生产中存在的缺陷, 提出了一种基于颜色特征的卫生陶瓷缺陷图像识别的方法。该方法为卫生陶瓷缺陷图像建立了缺陷特征库, 可以对卫生陶瓷缺陷图像和裂纹进行快速识别。通过大量科学实验, 缺陷特征库的建立受到光照和背景因素影响较大。本方法对卫生陶瓷缺陷图像识别, 具有提取速度快, 精度高等优点。为卫生陶瓷产品的检测提供了一种新思路。

关键词: 卫生陶瓷; 颜色特征; 分辨率; 聚类

Defect Image Recognition of Sanitary Ceramics Based on Color Features

WANG Yong-Qiang¹, LI Qing-Li²

¹(Department of Science and Technology, Tangshan College, Tangshan 063000, China)

²(Department of Electrical and Mechanical, Tangshan College, Tangshan 063000, China)

Abstract: Aiming at the existing defects of sanitary ceramics in the production, we proposed a method of defect image recognition based on color features of sanitary ceramics. The method established the defect feature library for sanitary ceramics defect image detection, it can fast recognize sanitary ceramics glaze missing image. Through a large number of scientific experiments, defect feature library was influenced by light and background factors. The method of image recognition of sanitary ceramics missing, has quick exactly speed and high precision. This paper provides a new idea for the detection of sanitary ceramic products.

Key words: sanitary ceramics; color feature; resolution; clustering

中国生产卫生陶瓷制品已经有近百年的历史, 尤其最近 20 年来, 随着我国房地产业快速发展, 以及工业自动化水平的提高, 使大规模生产成为可能。中国目前已经成为世界最大的卫生陶瓷消费大国, 同时也是最大的卫生陶瓷出口大国。随着卫生陶瓷产品不断更新, 各种缺陷也就随之产生。目前各大厂商几乎全用人工检测, 效率不高, 存在着漏检的可能。

引入机器视觉技术, 就可以很好的解决上述问题。对于卫生陶瓷存在的常见缺陷, 比如缺釉和裂纹, 可以利用此技术进行检测。对应于工业产品表面缺陷检测目前有 Gabor 小波法^[1]、差影法^[2]、神经网络法^[3]、泼水算法^[4]等。

1 基于灰色聚类算法的颜色特征提取原理

这些缺陷图像, 缺陷部分只占整个图像的极小部分, 可以将缺陷部分定义为目标区域, 利用彩色图像分割算法进行识别。原来对彩色图像进行目标提取, 大多先要对彩色图像进行灰度化, 二值化处理。虽然处理速度快, 但要丢失大量信息。随着图像处理理论的发展, 提出了一些新的彩色图像的分割方法, 有直方图阈值方法^[5]、彩色图像边缘检测^[6]、颜色空间法^[7]、区域法^[8]、模糊聚类法^[9]、K 均值法^[10]、纹理特征法^[11]、灰色聚类^[12]等算法。文献^[5]是针对色调直方图和 HSV 色彩空间进行彩色图像分割, 该方法优于传统的直方图分割方法; 文献^[7]是针对 RGB 颜色空间, 提出了一

① 基金项目: 河北省科技计划(13211815); 河北省唐山市科技计划(13130250z)

收稿时间: 2014-09-23; 收到修改稿时间: 2014-11-28

种基于颜色相似性的算法,对于颜色较为分明的图像,该算法的准确性较高;文献[8]是在传统种子区域生长法的基础上,以区域作为生长的单位进行较为快速的增长;文献[9]通过对 HIS 颜色空间各通道设立初始聚类中心,利用模糊聚类方法进行图像分割,优于传统的模糊聚类方法.文献[10]使用 K 均值算法和区域合并相结合策略,对初始分割获得区域进行合并,该算法与人的主观性观察较为一致;文献[11]是利用纹理特征对 Lab 颜色空间计算,得到最终结果,适用于含丰富纹理的彩色图像;文献[12]采用了灰色聚类方法,对彩色图像进行利用灰色理论算法归类为相近几种颜色,按照颜色种类进行彩色图像分割,有较高的分割精度.

2 灰色理论原理

灰色理论是由华中科技大学邓聚龙教授创立的,该理论研究对象是“部分信息已知,部分信息未知”的“小样本”、“贫信息”的不确定性系统^[13].利用此原理可以进行图像颜色特征提取.

灰色聚类算法,使用灰色理论公式,调节相似系数和分辨率^[14],按照这两项进行颜色归并,将颜色相近者标识为一类.这样可以减少计算量,提高运行速度.本文就是利用这种算法将要处理的卫生陶瓷图像颜色由原来的成千上万种,归类为几种,按照缺陷部分所占整个图像的百分比例,进行基于颜色特征的缺陷图像提取.

2.1 灰色关联度定义

设整个待测系统共有 m 个被观测对象 $Z_1, Z_2, \dots, Z_m$ 项,每个观测对象拥有 n 个特征数据,则整个序列表示如下:

对于 $\psi \in (0,1)$, 令

$$Z_1 = (z_1(1), z_1(2), \dots, z_1(n))$$

$$Z_i = (z_i(1), z_i(2), \dots, z_i(n))$$

$$Z_m = (z_m(1), z_m(2), \dots, z_m(n))$$

$$\gamma(z_1(k), z_i(k)) = \frac{\min_k \min_i |z_1(k) - z_i(k)| + \psi \max_k \max_i |z_1(k) - z_i(k)|}{|z_1(k) - z_i(k)| + \psi \max_k \max_i |z_1(k) - z_i(k)|}$$

$$\gamma(Z_1, Z_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(z_1(k), z_i(k))$$

其中 ψ 称为分辨系数, $\gamma(z_1, z_i)$ 称为 Z_1 与 Z_i 的灰色关联度,又记为 γ_{ii} .

2.2 灰色关联聚类

对所有的 $i \leq j, i, j = 1, 2, \dots, m$, 计算 Z_i 与 Z_j 的灰色关联度 γ_{ij} , 得到上三角矩阵 A .

依据经典灰色聚类算法,根据上三角矩阵 A 中的各个项的值进行聚类,设定一临界值 $\gamma (\gamma \leq 1)$, 则可以将 m 个被观测对象归类.

其中 $\gamma_{ii} = 1, i = 1, 2, \dots, m$

$$A = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \dots & \gamma_{1m} \\ & \gamma_{22} & \dots & \gamma_{2m} \\ & & \dots & \dots \\ & & & \gamma_{mm} \end{bmatrix}$$

其中 $\gamma_{ii} = 1, i = 1, 2, \dots, m$

依据经典灰色聚类算法,根据上三角矩阵 A 中的各个项的值进行聚类,设定一临界值 $\gamma (\gamma \leq 1)$, 则可以将 m 个被观测对象归类.

我们对河北唐山某卫生瓷厂的缺陷产品利用工业相机进行拍照,照明光源采用的是 D60 光源,该光源颜色偏暖.然后对提取的缺陷特征图像进行测定,利用本文算法经过大量实验,对卫生陶瓷的缺陷图像,进行归类,形成了缺陷特征库.通过对特征库图像所提取的 H 值进行归纳,发现特征库中的缺陷图像的 H 值在 (5-30) 范围之内,而卫生陶瓷本身的 H 值在 (330-350) 之间.这和使用标准的色差计提取的数值相当.在 HSV 颜色空间中, H 代表色调, S 和 V 表示色差. HSV 颜色空间是最符合人眼视觉的空间,即最符合工人肉眼检测效果.通过研究可以发现,缺陷部分的 H 值与卫生陶瓷本身的 H 值有本质不同,即可以通过 H 值比较来确定缺陷.

3 卫生陶瓷缺陷图像识别流程

对于提取的卫生陶瓷缺陷图像,按照前述,首先进行图像预处理及图像颜色空间转换,将 RGB 空间转换到符合工人肉眼检测效果的 HSV 空间,然后利用灰色聚类算法进行颜色特征识别,将缺陷图像颜色特征进行提取,放入缺陷特征库.后续检测过程中,可以提取缺陷特征库中信息,从而快速的进行缺陷识别.卫生陶瓷缺陷图像识别流程,如图 1 所示.

(1)

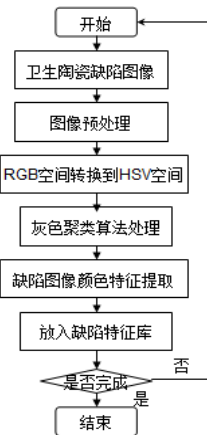


图 1 卫生陶瓷缺陷图像识别流程

4 实验设置及结果分析

本课题针对该厂常见的卫生陶瓷缺陷图像, 主要包括缺釉和裂纹, 进行了缺陷特征提取的大量实验, 部分缺陷图像如图 2 所示, 该组图像都是在 D60 光源下拍摄的。



图 2 D50 光源下拍摄的部分卫生陶瓷缺陷图像

对取出的卫生陶瓷缺陷图像, 按照图 1 的识别流程进行处理, 将分辨率^[10]设为 0.5, 将灰色关联度^[10]设为 0.85. 缺陷标定结果如图 3 所示, 并将提取的颜色特征值分量 H 以及处理时间如表 1 所示. 分析图 2 中的 6 幅图像, 可以看出, 使用本文算法流程, 可以对缺陷图像进行较为精确的提取标定. 图 2 中的 A、B、D、F 可以准确标出, 而图 2C 由于缺釉深浅不均, 将主要缺陷标定, 图 2E 受到背景影响, 但也可将缺陷部分标定. 以上两类缺陷也是本课题组在今后工作中重点需要解决问题.

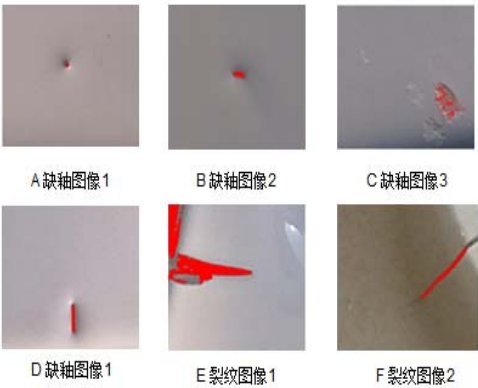


图 3 缺陷标定后的缺陷图像

表 1 图 2 处理后提取值

缺陷图像	特征 H	处理时间(秒)
A	9.23	0.0315
B	6.76	0.0324
C	22.08	0.0413
D	12.37	0.0309
E	23.05	0.0324
F	27.24	0.0336

本课题又在偏冷色调的 D65 光源进行实验, 经验证本方法缺陷提取效果较好. 但如果将 D60 和 D65 所获取图像进行混合测试, 缺陷库的建立受到相应影响, 也就是说缺陷特征库特征提取必须是在同一光源下.

5 总结及展望

本文在分析了目前彩色图像特征图像分割算法的基础上, 引入灰色聚类算法来对彩色图像分割, 来实现卫生陶瓷缺陷图像的缺陷目标的提取与标定. 并为卫生陶瓷缺陷建立了缺陷特征库. 利用该特征库, 可以快速的对卫生陶瓷缺陷目标进行提取. 特征库的建立受到背景及光源因素较大. 该方法具有, 检测速度快, 识别率高的特点, 可以为相关企业进行卫生陶瓷缺陷检测提供支持.

参考文献

- 1 王岩松,金伟其,钟克洪.随机纹理表面缺陷检测方法与应用.中国图象图形学报,2009,14(1):131-135.
- 2 赵宇峰,高超,王建国.基于机器视觉的工业产品表面缺陷检测算法研究.计算机应用与软件,2012,29(2):152-154.
- 3 刘红冰,康戈文.基于神经网络的冷轧带钢表面缺陷检测.中国图象图形学报,2005,10(10):1310-1313.

- 4 邢希东,高军.泼水算法与墙地砖表面缺陷的识别与分级研究.山东工程学院学报,2002,16(2):48-50.
- 5 冷美萍,鲍苏苏.基于色调直方图和区域合并的彩色图像分割算法.计算机应用,2010,22(3):653-656.
- 6 林开颜,吴军辉,徐立鸿.彩色图像分割方法综述.中国图形图像学报,2005,10(1):1-10.
- 7 杨康叶,邬春学.基于 RGB 模型颜色相似性的彩色图像分割.计算机系统应用,2013,22(3):128-131.
- 8 孔俊,王佳男,谷文祥.基于区域的自动种子区域生长法的彩色图像分割算法.东北师大学报(自然科学版),2008,40(4):47-51.
- 9 卜娟,王向阳,孙艺峰.基于模糊 C 均值聚类的多分量彩色图像分割算法.中国图形图像学报,2008,13(10):1837-1840.
- 10 李光,王朝英,侯志强.基于 K 均值聚类与区域合并的彩色图像分割算法.计算机应用,2010,30(2):354-358.
- 11 首照宇,王朝选.结合纹理特征改进的 GBIS 图像分割方法.计算机应用研究,2013,30(7):2216-2222.
- 12 赵磊,贾振红,覃锡忠,杨杰,庞韶宁.基于灰色关联分析与 RBF 的图像分割算法.计算机工程,2012,38(1):225-226, 235.
- 13 桂预风,吴建平.基于 Laplacian 算子和灰色关联度的图像边缘检测方法.汕头大学学报(自然科学版),2011(5): 69-73.
- 14 李庆利,王永强,张帆.陶瓷砖特征颜色提取算法研究.中国陶瓷,2012(12):58-59.