

文章编号: 2095-2163(2024)02-0195-04

中图分类号: TP391.41;TS807

文献标志码: A

基于霍夫变换和垂直投影的追溯码缺陷检测

周阳¹, 贺福强¹, 陈其梅², 刘毅²

(1 贵州大学 机械工程学院, 贵阳 550025; 2 贵州西牛王印务有限公司, 贵阳 550014)

摘要: 追溯码是药品的“身份证”, 为了保证药品的质量以及中间环节的流通监管, 需要严格保证药品追溯码的质量。针对追溯码的印刷质量问题, 本文提出一种基于霍夫变换和垂直投影的追溯码缺陷检测算法, 使用霍夫变换自动校正倾斜追溯码, 对追溯码的条码区和字符区进行分割, 使用垂直投影法确定分割出的条码区的缺陷位置并标识。该算法具有较高的精确度, 能够很好地满足工业场景的要求, 有利于加强药品安全监管。

关键词: 药品追溯码; 霍夫变换; 垂直投影法; 缺陷检测

Trace code defect detection based on Hough transform and vertical projection

ZHOU Yang¹, HE Fuqiang¹, CHEN Qimei², LIU Yi²

(1 School of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

2 Guizhou West Niuwang Printing Co., Ltd, Guiyang 550014, China)

Abstract: Trace codes are the “identity cards” of pharmaceuticals, and ensuring their quality is crucial for maintaining drug quality and monitoring distribution. Addressing the printing quality issues of trace codes, this paper proposes a defect detection algorithm for trace codes based on Hough Transform and Vertical Projection. The algorithm employs Hough transform to automatically correct the alignment of skewed trace codes and segments the barcode and character areas of the trace code. It then uses the vertical projection method to identify and mark defect locations in the segmented barcode area. This algorithm demonstrates high accuracy and meets the demands of industrial scenarios effectively, contributing to the enhancement of pharmaceutical safety supervision.

Key words: drug traceability code; Hough transform; vertical projection; defect detection

0 引言

追溯码是由不同宽度的黑条和白空组成的, 与其他印刷产品完全不同, 其包含数据信息, 因此条码的尺寸、反射特性等等属性都应该满足国家标准^[1]。追溯码的缺陷检测是印刷品质量检测最重要的组成部分, 工业中印刷品的制作由于喷墨、印刷材料、生产设备的问题, 不可避免的会产生脱墨、污点等缺陷, 一旦扫描时无法识别, 会影响品牌形象^[2]。为识别工业现场的追溯码缺陷^[3], 需要设计实时在线检测系统, 对追溯码进行实时缺陷检测。Katona M 等^[4]提出了一种新的算法变体, 使用数学形态学进行高效的一维和二维条码检测, 借助提取的图像特征自动、快速、准确地检测条码位置, 对二维堆叠条码示例具有更好的精度; 李建军等^[5]提出了一种结合深度融合网络 and 传统图像处理方法检测条形码, 在 Muenster 和 ArTe-Lab 条码数据集上进

行了实验, 新方法具有更好的鲁棒性和更好的条码检测性能; 张立伟等^[6]提出通过稀疏训练指导 YOLOv4 中通道和快捷层的剪枝, 得到用于条码检测的压缩模型 ThinYOLOv4, 建立分类网络, 去除不包含条码的预测框, 从而获得快速准确的条码检测模型。

最常见的印刷品缺陷检测算法是模板匹配法, 由于每个药盒上的药品追溯码都不同, 使用模板匹配的方法, 存在着很大的误差, 故本文针对药品追溯码不同的特性, 提出了基于霍夫变换的垂直投影缺陷检测算法。

1 追溯码图像处理

1.1 图像去噪

由于粉尘、光照条件等问题, 印刷品会存在随机噪声。中值滤波是用像素点邻域内灰度的中值来代替该像素的值, 可以消除一定类型的随机噪声。本

作者简介: 周阳(1998-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 图像处理与模式识别。

通讯作者: 贺福强(1975-), 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 机器视觉与模式识别。Email: 1246593850@qq.com

收稿日期: 2023-03-01

文使用中值滤波,既消除了噪声也保留完整的边缘特征,中值滤波表达式如式(1)所示:

$$y_i = \text{median}\{x[n-k], \dots, x[n], \dots, x[n+k]\} \quad (1)$$

其中, x 是原始图像像素值; n 是当前位置; k 是窗口大小。

1.2 灰度化与二值化

使用工业相机进行数据采集时,追溯码中间条纹的灰度信息是无紧要的,将其灰度化、二值化以舍弃这部分冗余信息,能大大减少运算量。

灰度化是将彩色图像转化为灰度图像的过程,将图像的红、绿、蓝3个通道按照一定的权重进行加权平均,得到一个灰度值^[7]。灰度加权平均公式为:

$$\text{Gray} = 0.299 \times R + 0.578 \times G + 0.114 \times B \quad (2)$$

其中, R 、 G 、 B 分别为三通道灰度值。

二值化是将灰度图像中0-255像素值转换为只有0和255的值的,按照预设的阈值,大于该阈值的设为白色,小于该阈值的设为黑色,二值化公式(3):

$$s = T(r) = \begin{cases} 255, & A \leq r \leq B \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (3)$$

其中, r 是图像某点的像素值, A 、 B 是设置的上下阈值。

1.3 边缘检测

边缘检测能有效提取图像中的重要特征,剔除不必要的信息,从而大大减少数据量。图像的边缘是图像灰度变化的部分,通常用一阶或二阶导数来检测,检测边缘信息能够得到图像最基本的特征,本文采用canny边缘检测。

1.4 霍夫变换

工业现场采集图像数据时,由于生产设备本身的影响或者相机的问题,采集到的图像数据可能会发生变形,如产生偏移、锯齿等。本文只讨论条码的倾斜问题,采用霍夫变换来检测条码的倾斜角度,对倾斜条码进行旋转校正。

霍夫变换根据直线的角度来实现方向校正,使得追溯码的方向保持水平或垂直,实现追溯码的自适应校正^[7]。霍夫变换运用从笛卡尔坐标变换到极坐标的方法,笛卡尔坐标与极坐标的转换如图1所示,将在笛卡尔坐标空间中的一个点映射到极坐标空间有相同形状的曲线或直线,对每个边缘像素都在参数空间中可能的直线参数进行投票,统计得到投票最多的点,该点对应的参数就是检测到直线的参数。

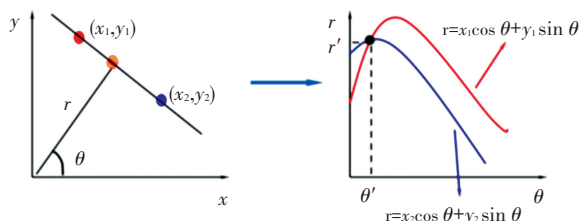


图1 笛卡尔坐标与极坐标的转换

Fig. 1 Conversion of Cartesian coordinates to polar coordinates

1.5 水平和垂直投影法

追溯码主要分为条码区和字符区,一般条码区在上,字符区在下。水平投影法的主要思路就是从上到下逐行遍历二值化的图像,得到水平投影各行像素和图像。采用一种基于水平投影的分割方法,在进行条码的图像处理时,将字符区去掉,只需要条码上的特征。

垂直投影法与水平投影法类似,在经过二值化、霍夫变换之后的条码图像上,对垂直方向上的像素点进行累加,在条码的垂直投影上判断出黑条与白空的大致分布,根据图像分割出条码区和字符区,得到条码区的图像。针对不同的追溯码,可以得到不同的水平投影图,根据算法可以自适应的得到仅剩条码区的图像。

2 追溯码的缺陷检测

2.1 追溯码图像的去噪处理

中值滤波既能消除了噪声,也能保留完整的边缘特征,追溯码经过中值滤波的图像如图2所示。



(a) 噪声图像

(b) 去噪后图像

图2 追溯码图像中值滤波效果

Fig. 2 Median filtering effect on image of trace code

2.2 追溯码图像的二值化

二值化需要先计算追溯码的灰度直方图,得到一个图像像素值的双峰图像,用来统计各个像素值在图像中出现的频率,如图3所示。通过灰度化、二值化后得到的图像如图4所示。

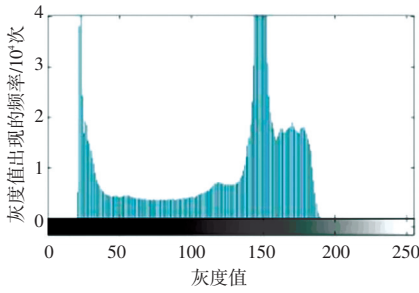


图 3 追溯码灰度直方图

Fig. 3 Grayscale histogram of trace code



图 4 追溯码图像二值化

Fig. 4 Binarization of trace code image

2.3 追溯码图像的校正

2.3.1 追溯码图像的边缘检测

Canny 算子提取的边缘更干净清晰,边缘更薄,而且不容易受到噪声干扰。本文使用 cany 边缘检测算子对图像进行掩膜计算,检测效果如图 5 所示。



(a) 灰度图像 (b) Canny 算子

图 5 边缘检测算子检测效果

Fig. 5 Edge detection operator effect

2.3.2 基于霍夫变换的图像校正

使用霍夫变换得到旋转角度后,将图像校正,原图像变换前后的效果图如图 6 所示。



(a) 霍夫变换前图像 (b) 霍夫变换后校正图像

图 6 霍夫变换前后图像

Fig. 6 Images before and after Hough transform

2.4 条码与字符的分割

水平投影各行像素和的图像如图 7 所示,使用水平投影法将条码区和字符区进行自适应分割处理,得到只存在条码的图像如图 8 所示。

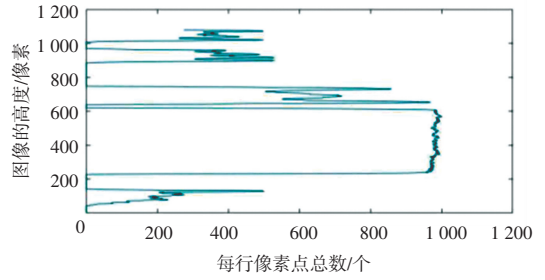


图 7 水平投影各行像素和的图像

Fig. 7 Horizontal projection of pixel sums for each row of image



图 8 分割后的图像

Fig. 8 Segmented image

2.5 条码图像缺陷检测

由于图像的垂直投影过于密集如图 9 所示,无法直接在该散点图上判断出缺陷区域,于是设置阈值得到缩小范围后的垂直投影,如图 10 所示。

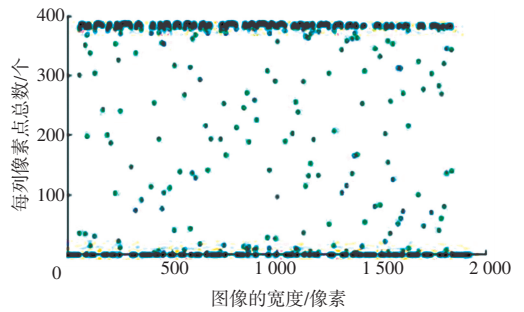


图 9 图像的垂直投影

Fig. 9 Vertical projection of image

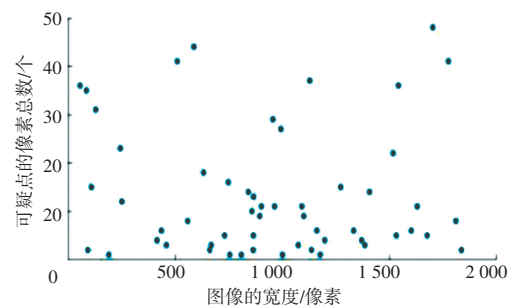


图 10 缩小范围后的垂直投影

Fig. 10 Vertical projection after zooming out

使用垂直投影法得到每列的像素点总数,通过设置阈值分割,继续对散点图做滤波处理,得到滤波后的散点图如图 11 所示,最后得到缺陷的点,并在校正后的二值图上用圆圈标记出来,如图 12 所示。

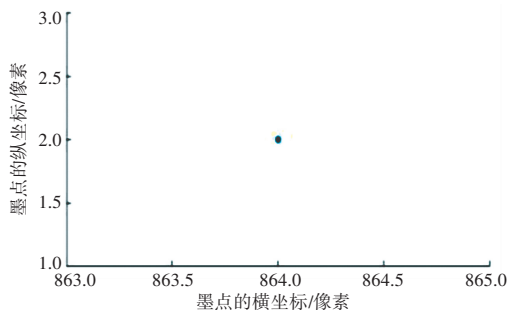


图 11 滤波后的散点图

Fig. 11 Filtered scatterplot



图 12 标记图像上的墨点

Fig. 12 Ink dots on a marked image

3 结束语

本文提出了一种基于霍夫变换和垂直投影的追溯码缺陷检测算法。由于条码的摆放方式、拍摄角度等问题,导致经过工业镜头拍摄的药品包装盒上追溯码是倾斜的,使用霍夫变换得到旋转角度后,将图像校正;使用水平投影法将条码区和字符区进行分割,得到只存在条码的图像;使用垂直投影法得到每列的像素点总数,通过设置阈值分割散点图,继续

对散点图做滤波处理,最后得到缺陷的点。该算法具有较高的精确度,能够很好地满足工业场景的要求,有利于加强药品安全监管。本文没有考虑划痕、褶皱、异物等缺陷,之后会努力解决相关问题。

参考文献

- [1] 孙晓巍. 商品条码质量分析及提高[J]. 条码与信息系统, 2021(2): 43-45.
- [2] 周继彦, 余正泓. 基于图像处理的包装印刷缺陷检测方法[J]. 包装工程, 2017,38(9): 240-244.
- [3] 田敏, 刘全香. 包装印刷品条码质量检测方法[J]. 包装工程, 2017,38(17): 194-199.
- [4] KATONA M, NYÚL L G. Efficient 1D and 2D barcode detection using mathematical morphology [C]//Mathematical Morphology and Its Applications to Signal and Image Processing: 11th International Symposium, ISMM 2013, Uppsala, Sweden, May 27-29, 2013. Proceedings 11. Springer Berlin Heidelberg, 2013: 464-475.
- [5] LI J, ZHAO Q, TAN X, et al. Using deep ConvNet for robust 1D barcode detection [C]//Advances in Intelligent Systems and Interactive Applications: Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent and Interactive Systems and Applications (IISA2017). Springer International Publishing, 2018: 261-267.
- [6] ZHANG L, SUI Y, ZHU F, et al. Fast barcode detection method based on Thin YOLOv4[C]//Proceedings of the 5th International Conference on Cognitive Systems and Signal Processing. Singapore: Springer, 2021: 41-55.
- [7] 张铮, 徐超, 任淑霞, 等. 数字图像处理与机器视觉[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2014: 596.