

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2016.02.011

# 基于直线检测的条码图像几何校正研究

庞惠文<sup>1</sup>, 张增红<sup>1</sup>, 李梅<sup>2</sup>, 肖圆圆<sup>3</sup>

(1. 山西轻工职业技术学院 轻工工程系, 山西 太原 030013; 2. 运城学院 机电工程系, 山西 运城 044000;  
3. 绵阳职业技术学院 艺术系, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** CCD相机采集的图像会产生一定程度的几何变形, 需要进行几何校正。常用的图像几何校正方法不适合条码图像的校正, 因此, 结合已有的边缘检测算法和直线提取算法, 提出了基于直线检测的条码图像的几何校正算法。基于直线检测的条码图像校正方法是在已除去背景的图像中, 寻找目标的条形码边缘对应的直线, 以此确定其偏移角度, 并进行扭转校正。实验结果表明, 有偏转角度的条码图像运用了所提方法校正后, 都得到了有效的几何校正。

**关键词:** 印刷技术; 条码图像; 几何校正; 边缘检测; 直线检测

中图分类号: TS801.8

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2016)02-0057-05

## Research on Geometric Correction of Bar Code Image Based on Line Detection

PANG Huiwen<sup>1</sup>, ZHANG Zenghong<sup>1</sup>, LI Mei<sup>2</sup>, XIAO Yuanyuan<sup>3</sup>

(1. Department of Light Industry Engineering, Vocational and Technical College of Light Industry of Shanxi Province, Taiyuan 030013, China; 2. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Yuncheng Institute, Yuncheng Shanxi 044000, China;  
3. Department of Art, Mianyang Vocational and Technical College, Mianyang Sichuan 621000, China)

**Abstract:** Geometry deformation occurred to images taken by CCD camera needs geometric correction. Geometric correction algorithm of bar code image based on line detection is proposed combined with edge detection algorithm and line extraction algorithm since common image geometric correction methods do not apply to the correction of barcode images. Image correction based on line detection is to detect the corresponding straight line at the edge of targeted barcode in the image without background, aiming to determine the deviation angle, and then proceed with the torsion correction. The experimental results show that the bar code images with deflection angle have been effectively corrected by the proposed method.

**Key words:** printing technology; barcode image; geometric correction; edge detection; line detection

## 0 引言

CCD相机采集图像时, 虽然采集过程中要求尽量处于同等环境及条件下进行, 但由于外界环境(如拍摄距离、速度变化及被测印刷品自身运动等)和

相机内部元器件(如镜头的像差、畸变和歪斜等)等因素的影响, 所采集到的图像会产生一定程度的几何变形<sup>[1]</sup>。而在条形码检测系统中, 由于后续条形码分割和检测中一般涉及水平投影和垂直投影, 所以

收稿日期: 2015-10-20

基金项目: 中央财政支持高等职业学校提升专业服务产业能力基金资助项目(教职成厅函[2011]71号)

作者简介: 庞惠文(1988-), 女, 河南焦作人, 山西轻工职业技术学院教师, 硕士, 主要研究方向为印刷色彩管理及印刷质量检测, E-mail: pang\_heaven@sina.com。

要求必须对条码图像进行几何校正, 以此保证条形码绝对的水平和垂直。

已有相关研究中, 通常使用标准模板来进行图像校正, 但药品电子监管码等可变数据条码的模板不唯一<sup>[1]</sup>, 因此, 常用的图像几何校正方法不适合条码图像的校正。基于此, 本文拟结合已有的边缘检测算法<sup>[2]</sup>和直线提取算法, 提出一种基于直线检测的条码图像几何校正算法, 以期为类似条码图像的有效校正提供理论参考。

## 1 基于直线检测的几何校正方法

### 1.1 常用的图像几何校正方法

在实际应用中, 常用的图像几何校正方法有空间变换法和灰度插值法。

空间变换指像的空间几何坐标变换, 该方法是按照一幅标准图或一组基准点去校正另一幅几何失真图, 通过对图像中像素的重新排列来恢复原空间关系。具体方法是根据两幅图像的一些已知对应点对, 建立相应的函数关系式, 将失真图像的坐标系 $(x, y)$ 变换到标准图像坐标系 $(u, v)$ , 从而实现失真图像按标准图像的几何位置校正, 使失真图像中的每一个像素点都可在标准图像中找到对应的像素点。

灰度插值法即对空间变换后的像素赋予相应的灰度值, 以恢复原位置的灰度值。常用的插值方法有3种: 最近邻法、双线性插值法和双三线性插值法。最近邻法用时较短, 但处理后的图像质量不好, 且在进行旋转时会导致边界出现锯齿状, 当对图像质量要求不高而对速度要求较快时, 可选用这种方法; 双线性插值法用时较长, 但得到的图像纹理清晰, 质量较高, 该法能适应大多数程序的要求; 双三线性插值法速度最慢, 但其获得的图像质量最高, 因此这种方法适用于对图像质量有较高要求的程序, 一般较少使用。

### 1.2 基于直线检测的校正方法

#### 1.2.1 图像校正方法

基于直线检测的图像校正, 是在已除去背景的图像中寻找目标的条形码边缘对应的直线, 进而确定偏移角度, 并进行扭转校正处理。具体过程如下:

1) 利用边缘检测算法, 检测条形码的边缘;

2) 在边缘检测的基础上进行直线提取, 查找图像边缘所对应的直线;

3) 根据直线方程求出直线斜率, 并计算出该直线与垂直线间的夹角(即图像倾斜的角度), 且根据这个角度进行旋转校正。

#### 1.2.2 图像校正算法

常用的图像校正算法包括边缘检测算法和直线提取算法。

##### 1) 边缘检测算法

边缘指的是图像中像素灰度有跳跃变化的像素集合, 边缘检测就是为了检测出图像的边缘点, 并把这些边缘连成轮廓<sup>[3-4]</sup>。一幅完整的图像中, 方向和幅度为边缘的两个特征。平行于边缘方向的灰度变化较为平缓, 而垂直于边缘方向的灰度变化较为陡峭, 即灰度梯度指向边缘的垂直方向<sup>[5]</sup>。

实际应用过程中, 常采用微分算子和快速卷积函数实现图像的边缘检测<sup>[6]</sup>。

i) Roberts 交叉梯度算子。其采用图像的水平垂直差分实现幅值检测边缘的逼近, 此算子对于水平和垂直方向的边缘检测效果要优于倾斜方向的, 而且其定位的精确度较高, 但由于其对噪声较为敏感, 易丢失图像的部分边缘。

ii) Prewitt 和 Sobel 交叉梯度算子。Sobel 算子能平滑噪声, 所提供的图像边缘信息也较为准确, 但其定位的精确度依然较低。Prewitt 算子采用不同的权值对图像作加权平滑后再进行微分运算, 此方法具备一定的抗噪声能力, 但进行过微分运算的图像噪声将增强, 易产生错判噪声为边缘的情况, 造成边缘加粗现象<sup>[7]</sup>。

iii) Laplace 改进的 LOG 算子。Laplace 算子利用灰度化图像拐点位置二阶导数为 0 的特性来检测图像边缘, 其不具方向性, 且定位精确度也较高, 但由于二阶微分运算使得噪声加倍, 因此检测精度较低。Laplace 改进的 LOG 算子是在进行微分运算前, 先对图像进行高斯滤波的平滑处理, 在降低噪声敏感度的同时也平滑掉尖锐的边缘点, 因此会影响边缘检测的性能<sup>[8-10]</sup>。

iv) Canny 算子。Canny 算子是最优的阶梯型算子, 它利用高斯滤波器模板与原始的图像卷积, 并利用前述微分算子找到梯度的局部极大值和方向, 然后沿边缘的 4 个方向找到像素梯度局部最大值方向的邻接像素, 并遍历图像, 使用累计直方图计算双阈值来检测并连接图像的边缘<sup>[11]</sup>。

##### 2) 直线提取算法

本文的研究对象为条码图像, 其光学编码由若干条和空组成, 可将直线作为图像中的定位要素。在机器视觉系统中, Hough 变换是用于边缘线条特征提取的有效手段, 其主要用于图像空间中直线的检测, 是在 2 个笛卡尔坐标系之间进行变换的<sup>[12]</sup>。本文通过 Hough 变换查找图像中的直线, 并定位直线区

域,从而实现采集图像的自适应处理。

Hough 变换的基本思想是利用点线的对偶性,即图像空间共线的点与参数空间里相交的线相对应,相反,在参数空间中交于同一个点的所有直线,在图像空间里都有点与之对应。

在图像空间  $X-Y$  中,所有共线的点  $(x, y)$  都可以用直线方程描述为

$$y=mx+c。$$

式中:  $m$  为直线的斜率;  $c$  为截距。

同时上式又可以改写为

$$c=-xm+y。$$

上式可以看做是参数空间  $C-M$  中的一条直线方程,其中,直线的斜率为  $x$ ,截距为  $y$ 。

比较以上两个公式可以看出,图像空间中的一点  $(x, y)$  对应参数空间中的一条直线,而图像空间中的一条直线又可以由参数空间中的一个点  $(m, c)$  决定。Hough 变换,就是将上述两式看作图像空间中的线和参数空间中的点的共同约束条件,并由此定义从图像空间到参数空间的一对映射图。Hough 变换把在图像空间中的直线检测问题转换为参数空间里对点的检测问题,通过在参数空间里进行简单的累计完成检测任务<sup>[13]</sup>。

Hough 变换的基本思想可以由图 1 表示。

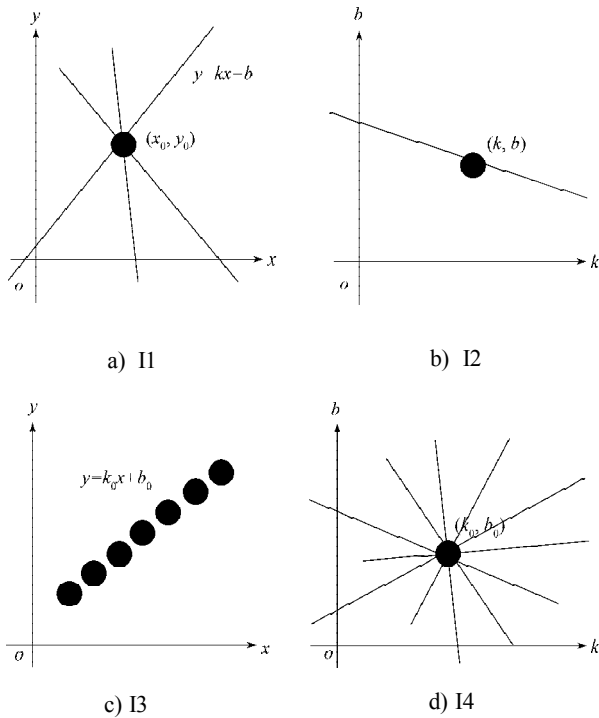


图 1 Hough 变换的基本思想

Fig. 1 The basic idea of Hough transform

为了检测任意方向和位置的直线,如图 1 中的 I1 和 I2 所示,该直线在原始图像空间  $(x, y)$  的直线方

程为  $y=kx+b$ , 它与参数空间  $(k, b)$  上的一个点  $(k, b)$  相对应。过  $(x_0, y_0)$  的一组直线,在参数空间可用一条直线来表示。所以,图像  $f(x, y)$  上的一条直线代表参数空间的一个点,只要在参数空间找到这个点,就可找到在  $(x, y)$  空间中对应的这条线的 2 个参数  $k$  和  $b$ 。由于垂直直线的斜率无穷大,为避免此类问题的发生,通常的做法是用直线的极坐标方程  $\rho = x\cos\theta + y\sin\theta$  表示,此时的参数平面为  $(\rho, \theta)$  平面。

## 2 处理结果

### 2.1 条码图像边缘检测结果

图 2 所示为利用 MATLAB 中的 edge() 函数,采用不同的边缘检测算子 (Sobel 算子、Roberts 算子、Prewitt 算子、LOG 算子和 Canny 算子) 对条码原始图像进行边缘检测所得的结果。



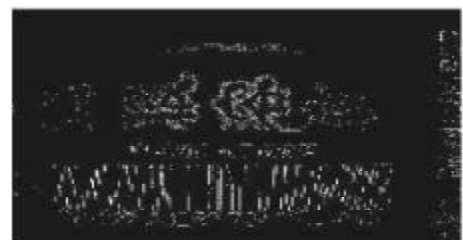
a) 灰度图像



b) Sobel 算子



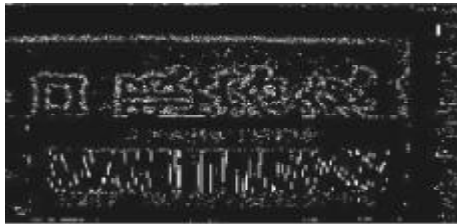
c) Roberts 算子



d) Prewitt 算子



e) LOG算子



f) Canny算子

**图2 灰度图及不同边缘检测算子提取后的效果图**  
**Fig.2 Gray-scale map and extract results of different edge detection operators**

比较图2中的灰度图及5种算子提取后的检测效果图,可知以Prewitt算子和Sobel算子提取的图像要优于以Roberts算子提取的,但是其边缘定位较差,边缘线画较粗。选用Canny算子能清晰地提取条形码的边缘,这是本文选用Canny算子作为边缘检测算法的依据。

### 2.2 条码图像几何校正结果

首先,利用Canny算子检测条形码的边缘,然后通过Hough变换提取边缘所对应的直线,再根据直线方程求出直线斜率,得到图像倾斜角度,并根据这个角度对其进行旋转校正。所得实验结果如图3~6所示。



a) 输入图像



b) 校正图像

**图3 旋转角度为3.27°的图像校正前后对比图**  
**Fig.3 Comparison chart of image before and after correction of rotation angle of 3.27°**



a) 输入图像



b) 校正图像

**图4 旋转角度为2.29°的图像校正前后对比图**  
**Fig.4 Comparison chart of image before and after correction of rotation angle of 2.29°**



a) 输入图像



b) 校正图像

**图5 旋转角度为1.53°的图像校正前后对比图**  
**Fig.5 Comparison chart of image before and after correction of rotation angle of 1.53°**



a) 输入图像



b) 校正图像

图6 旋转角度为 $0^\circ$ 的图像校正前后对比图Fig. 6 Comparison chart of image before and after correction of rotation angle of  $0^\circ$ 

通常,条码图像输入过程中都是小角度偏转,文中选取了 $3.27^\circ$ ,  $2.29^\circ$ ,  $1.53^\circ$ ,  $0^\circ$  多个小角度,从图3~6所示多个校正角度的旋转处理结果可以看出,无论是无偏转图像还是小角度偏转图像,使用本文提出的基于直线检测的条码图像校正方法处理后,条码图像的倾斜角度都得到了有效的几何校正。

### 3 结语

通过对常用图像检测算法以及本文所提出的检测算法的分析,选用Canny算子作为边缘检测算法及Hough变换作为直线提取算法,并以此提出基于直线检测的条码图像的几何校正算法。

实验结果表明,所提算法对条码图像的几何校正处理结果有效性较强,这为条码检测系统中的条形码分割和检测奠定了基础。同时,该方法也对以直线为主的图像的几何校正具有一定的参考价值。

#### 参考文献:

- [1] 朱时良,梁金星. 宽带多光谱成像系统CCD响应的线性化校正方法[J]. 包装学报, 2016, 8(1): 68-73.  
ZHU Shiliang, LIANG Jinxing. Linear Correction Method of CCD Response for Wide-Band Multi-Spectral Imaging Systems[J]. Packaging Journal, 2016, 8(1): 68-73.
- [2] 邹星星,钟莎,马增强. 基于边缘检测的Kinect深度图像去噪算法[J]. 湖南工业大学学报, 2013, 27(6): 36-39.  
ZOU Xingxing, ZHONG Sha, MA Zengqiang. Kinect Depth Image Denoising Based on Edge Detection[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2013, 27(6): 36-39.
- [3] FUJISAWA Y, SAWA K, WAKABAYASHI T, et al. Handwritten Numeral Recognition Using Gradient and

Curvature of Gray Scale Image: II[J]. Technical Report of Ieice Prmu, 1998, 97: 85-90.

- [4] 陈永超. 基于数字图像处理的车辆识别研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2006.  
CHEN Yongchao. License Plate Recognition Based on Digital Image Processing[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2006.
- [5] BRUGGE M H Ter, STEVENS J H, NIJHUIS J A G, et al. License Plate Recognition Using DTCNNs[J]. IEEE, 1998(12): 14-17.
- [6] 郭红伟. 基于频谱边缘检测的运动模糊方向精确估计[J]. 计算机应用, 2012, 32(3): 770-772, 776.  
GUO Hongwei. Accurate Estimation of Blurred Motion Direction Based on Edge Detection of Spectrum[J]. Journal of Computer Applications, 2012, 32(3): 770-772, 776.
- [7] 闫海霞. 基于数学形态学的图像边缘检测和增强算法的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2009.  
YAN Haixia. Research on Edge Detection and Enhancement Algorithm of Image Based on Mathematical Morphology [D]. Changchun: Jilin University, 2009.
- [8] CANNY J. A Computational Approach to Edge Detection [J]. Pattern Analysis & Machine Intelligence IEEE Transactions on, 1986, 8(6): 679-698.
- [9] CASTLEMAN K R. Digital Image Processing[M]. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996: 15-16.
- [10] CLARK J J. Authenticating Edges Produced by Zero-Crossing Algorithm[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 1989, 11(1): 43-57.
- [11] MIAO C, HUA C Z, LIN S X, et al. Retinal Vessel Center Line Tracking Using Bilateral Filter and Canny Edge Detector[J]. Information Recording Materials, 2010, 11(4): 26-30.
- [12] CUI Y, HUANG Q. Automatic License Extraction from Moving Vehicles[J]. International Conference on Image Processing 3-Volume Set-Volume 3-Volume, 1997, 3(3): 126-130.
- [13] 刘卓夫, 罗中明, 赵东阳, 等. 机器视觉技术实现缺损QR条形码识别[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2014, 19(4): 117-121.  
LIU Zhuofu, LUO Zhongming, ZHAO Dongyang, et al. Damaged QR Barcode Recognition Based on Computer Vision[J]. Journal of Harbin University of Science and Technology, 2014, 19(4): 117-121.

(责任编辑: 廖友媛)

