

# 基于霍夫直线检测与二维透视变换的图像校正恢复算法

田文利

(陕西财经职业技术学院 咸阳 712000)

**摘要:**为了解决当前文档图像场景变换随机性较强,存在目标边缘检测和图形转换不准确的问题,导致图像校正质量较低的不足,分别从霍夫直线检测与二维透视变换的角度出发,提出了基于霍夫直线检测与二维透视变换的文档图像校正恢复技术。首先,根据聚类分割与形态学处理,得到包含文档目标在内的二值图像,达到去除噪声干扰的目的。然后,基于霍夫直线检测,计算文档边缘直线坐标,耦合二值图像目标轮廓,建立文档直线检测算子。最后,综合平移变换、仿射变换和刚体变换,构建二维透视变换矩阵,重新分配图像坐标,达到图像校正转换的目的。实验测试结果显示,与当前图像校正机制相比,校正技术拥有更高的图像恢复质量与抗干扰性。所提算法具有理想的校正恢复质量,在二维码识别等领域具有重要应用价值。

**关键词:**目标边缘检测;图像校正;霍夫直线检测;二维透视变换;刚体变换

**中图分类号:** TP391   **文献标识码:** A   **国家标准学科分类代码:** 520.6040

## Document image calibration recovery algorithm based on Hough line detection and two-dimensional perspective transformation

Tian Wenli

(Shanxi Vocational College of Finance and Economics, Xianyang 712000, China)

**Abstract:** In order to solve the current document image transform are random, document object edge detection and pattern transfer accuracy problem, leading to poor document image scanning, this paper from the perspective transformation of Hof line detection and two dimensional point of view, the author presents a document image and two-dimensional scanning Hof line detection based on perspective transformation. First of all, according to the clustering segmentation and morphological processing, we get the two value image which contains the target of the document. Then, based on the linear detection of Hof, the linear coordinates of the document edges are calculated, and the contour of the two value image is coupled. Finally, the transformation matrix, the affine transformation and the rigid body transformation are used to construct the two-dimensional perspective transformation matrix, and then the image coordinates are redistributed to achieve the purpose of image correction and conversion. The experimental results show that compared with the current scanning mechanism, this paper has a higher accuracy and anti-jamming performance. The proposed algorithm has good correction and recovery quality, and has important application value in the field of two-dimensional code recognition

**Keywords:** target edge detection; image scanning; hough line detection; two-dimensional perspective transformation; rigid body transformation

## 0 引言

在文档整理方面,以往的采取靠人眼人力长时间不间断整理,不仅成本昂贵,而且效率欠佳并存在主观差异<sup>[1-3]</sup>。国内外各大厂家已推出文档校正系统,即采用相机等采集

器,对采集到的文档图像进行转换,供计算机完成图文识别。但是校正系统的核心是将带有畸变或者角度干扰的文档,进行校正,得到一幅成像质量良好的文档图像<sup>[4-6]</sup>。

在文档图像校正方面,国内研究人员已经取得了一定研究成果,如曾凡锋<sup>[7]</sup>提出了一种复杂版面扭曲文档图像

快速校正方法,针对这类文档图像提出一种基于形态学文本行定位的扭曲校正方法,首先根据形态学特征在复杂版面中定位文本行,区分处理文字区域和非文字区域,利用文本行信息提取文本线;再以文本线为基准利用窗口校正法进行文字行校正,最终重构图像。实验结果表明,该方法校正效果明显,对于复杂版面的扭曲文档图像有较好的校正效果。但是,此技术未充分考虑文档背景转换对文档校正的影响,往往不能准确校正图像。曾凡锋<sup>[8]</sup>提出了一种基于页眉线的扭曲文档图像快速校正方法,首先分别检测并定位图像中的页眉线,保存页眉线的坐标信息;根据等比算法计算页眉线上各点在校正时所需向上或向下移动的距离,然后以此距离为参数校正图像;计算页眉页脚线之间的各个目标像素校正所需移动的距离,最终得到校正的图像。然而,这种技术未考虑分割错误,往往不能得到清晰图像。

为了提高文档图像校正质量,本文提出了基于霍夫直线检测与二维透视变换的图像校正恢复算法,并编程实现与验证本文技术功能。

## 1 本文文档图像校正算法

本研究总体分为两步,1)将文档从背景中分割,并得到文档边界直线;2)建立透视变换矩阵,完成从整张图像转换到纸面的过程,达到文档自动校正目的。基于聚类分割,得到二值图像;基于形态学处理,滤除噪声干扰;基于轮廓查找,定位文档区域;基于霍夫直线检测,得到文档目标边缘。文档透视变换,综合平移变换、仿射变换、刚体变换和透视变换,最终完成文档图像二维透视变换。最终实现算法与软件,并结合摄像头图像采集硬件,构成完整的实用型智能设备系统,整体逻辑架构如图1所示,原图如图2所示。

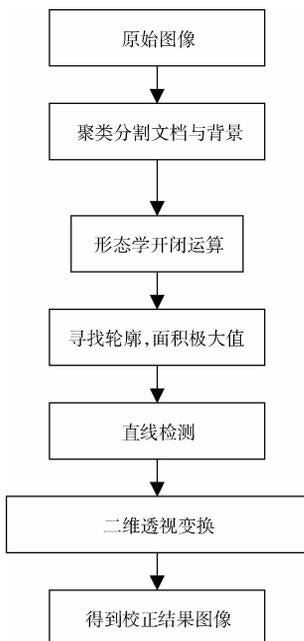


图1 本文图像校正算法的机制架构

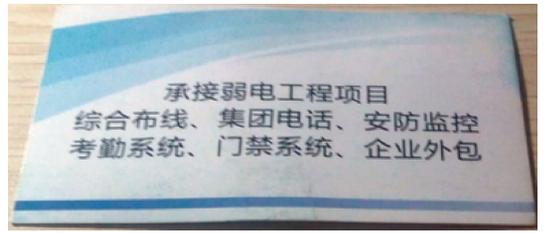


图2 原图

### 1.1 基于图像分割的文档边缘直线检测

本研究采用较简单的聚类分割算法,K-means 聚类;K-means 聚类分割基本思想是按照距离将样本聚成不同的簇,两点距离越近,其相似度越高,以得到紧凑且独立的簇作为聚类目标<sup>[9-10]</sup>。本研究根据两个聚类中心,将背景与文档目标分别聚成两个聚类,得到二值图像;在此基础上采用形态学处理的开运算与闭运算,对二值图像进行噪声去除干扰,得到如图3所示,可见得到准确的文档目标二值图像。以上为图像预处理,非本研究重点,在此不展开赘述。

在包含文档目标的二值图像基础上,进行霍夫直线检测,目的是得到文档边缘坐标,作为图像透视转换依据。霍夫变换数学模型如下:

$$\begin{cases} y_1 = m \cdot x_1 + a \\ y_2 = m \cdot x_2 + a \end{cases} \quad (1)$$

式中:  $(x_1, y_1)$ 、 $(x_2, y_2)$  为图像中两点。

联立式(1),求出霍夫直线检测参数  $(m, a)$ ,该式代表图像目标边缘直线方程,对符合文档边缘直线的  $(m, a)$  进行计数,所有成对点的计数值大于阈值时,这些值代表文档边缘直线位置<sup>[11]</sup>。本研究处理图3,得到图4,可见本研究准确检测到文档边缘。

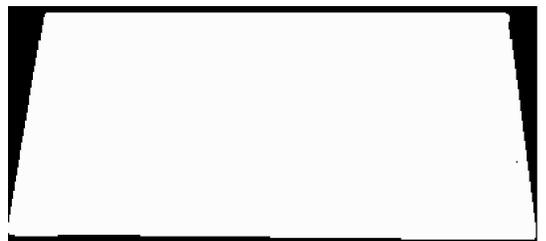


图3 聚类与形态学处理结果

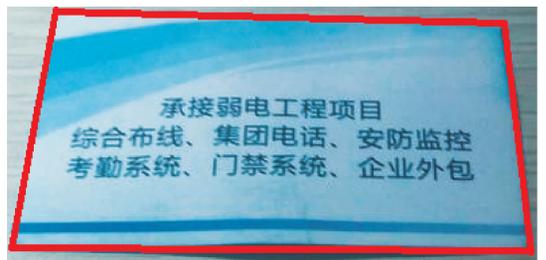


图4 霍夫检测处理结果

### 1.2 基于二维透视变换的文档图像校正

得到文档边缘直线坐标后,需进行透视变换,即把存在角度视差的图像转换为正视的图像,达到校正图像的目的。二维透视变换,是将三维空间的物体在二维平面上投影,由平移变换、仿射变换、刚体变换共同构成,最终形成二维透视变换<sup>[12-13]</sup>。平移数学模型如下:

$$\begin{cases} x_{\text{new}} = x + x_1 \\ y_{\text{new}} = y + y_1 \end{cases} \quad (2)$$

式中:  $(x_{\text{new}}, y_{\text{new}})$  代表平移后的新坐标,  $(x_1, y_1)$  代表平移参量。

同时,为了便于图像矩阵运算,进行矩阵化变换<sup>[14]</sup>:

$$\mathbf{T}_p = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_1 \\ 0 & 1 & y_1 \\ & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$\mathbf{T}_p$  代表平移变换矩阵,仿射变换数学模型如下:

$$\begin{cases} x_{\text{new}} = a_1x + a_2y + x_1 \\ y_{\text{new}} = b_1x + b_2y + y_1 \end{cases} \quad (4)$$

式中:  $(x_{\text{new}}, y_{\text{new}})$  代表平移后的新坐标,  $(a_1, b_1, a_2, b_2)$  代表仿射参量。

根据式(3)与(4),对图像再次实行矩阵化变换<sup>[15]</sup>:

$$\mathbf{T}_f = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & x_1 \\ b_1 & b_2 & y_1 \\ & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$\mathbf{T}_f$  代表仿射变换矩阵,刚体变换数学模型如下:

$$\begin{cases} x_{\text{new}} = \cos\theta x - \sin\theta y + x_1 \\ y_{\text{new}} = \sin\theta x + \cos\theta y + y_1 \end{cases} \quad (6)$$

式中:  $(x_{\text{new}}, y_{\text{new}})$  代表新坐标,  $\theta$  代表刚体参量,进一步矩阵化变换:

$$\mathbf{T}_g = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & x_1 \\ \sin\theta & \cos\theta & y_1 \\ & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$\mathbf{T}_g$  为仿射变换矩阵,最终透视变换模型如下:

$$(x_{\text{new}}, y_{\text{new}}) = \mathbf{T}_p \mathbf{T}_f \mathbf{T}_g (x, y) \quad (8)$$

式(8)的计算结果为最终经过本研究二维透视转换计算得到的新坐标。经过本研究透视处理图 4,得到图 5,可见校正结果良好,不存在明显的模糊、畸变等不良影响。

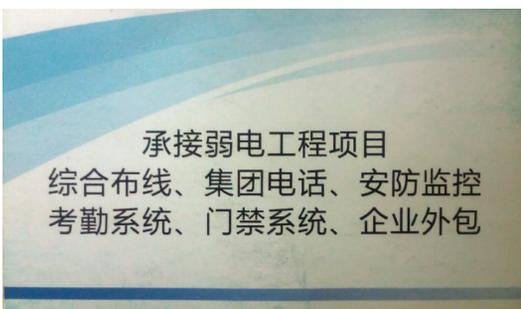


图 5 二维透视转换结果

## 2 实验与讨论

为了体现本文算法的优势,将文档图像校正性能较好的技术-文献[7]、文献[8]设为对照组,本文系统基于 VS2012 平台开发实现,算法实验参数:二维透视矩阵为  $[13, 137, 33, 211, 15, 63]$ 。

如图 6 所示,本文文档图像校正系统,首先进行文档目标分割,基于聚类分割与形态学处理,得到二值图像,滤除噪声干扰,如图 7 所示,可见本研究得到包含文档在内的二值图像。基于轮廓查找,定位文档区域;基于霍夫变换的文档直线检测,如图 8 所示。文档透视变换,综合平移变换、仿射变换、刚体变换和透视变换,最终完成文档图像二维透视变换,如图 9 所示。



图 6 原始图像



图 7 聚类与形态学处理结果图像



图 8 霍夫检测处理结果

而利用对照组文献[7]技术,针对这类文档图像提出一种基于形态学文本行定位的扭曲校正方法,首先根据形态学特征在复杂版面中定位文本行,区分处理文字区域和非文字区域,利用文本行信息提取文本线;再以文本线为基准利用窗口校正法进行文字行校正,最终重构图像。实验结果表明,该方法校正效果明显,对于复杂版面的扭曲文档图像有较好的校正效果。但是,此技术未充分考虑文档背景转换对文档校正的影响,往往不能准确校正图像,如图 10 所示,校正图像存在模糊问题。



图9 本文二维透视转换结果



图10 文献[7]的校正效果

利用对照组文献[8]技术,首先分别检测并定位图像中的页眉线,保存页眉线的坐标信息;根据等比算法计算页眉线上各点在校正时所需向上或向下移动的距离,然后以此距离为参数校正图像;计算页眉页脚线之间的各个目标像素校正所需移动的距离,最终得到校正的图像。然而,这种技术未考虑分割错误,往往不能得到清晰图像,如图11所示,校正图像存在明显畸变现象。



图11 文献[8]的校正效果

### 3 结 论

为了解决当前文档图像场景变换随机,存在文档目标边缘检测和图形转换不准确的问题,本文分别从霍夫直线检测与二维透视变换的角度出发,提出了基于霍夫直线检测与二维透视变换的文档图像校正。先基于聚类分割,得到二值图像;基于形态学处理,滤除噪声干扰;基于轮廓查找,定位文档区域;基于霍夫直线检测,得到文档目标边缘。文档透视变换,综合平移变换、仿射变换、刚体变换和透视变换,最终完成文档图像二维透视变换。实验结果表明:所提文档图像校正方法具有更高的成像质量。

### 参考文献

- [1] 童立靖. 基于逆向工程的扭曲文档图像恢复[J]. 计算机工程与设计, 2015, 4(7): 26-29.
- [2] DAVIS A D, NOSEWORTHY M D. Motion and distortion correction of skeletal muscle echo planar images [J]. Magnetic Resonance Imaging, 2016, 21(7): 196-202.
- [3] 张敏, 刘建华, 谢靖. 网络科技信息监测中富文档识别与信息提取技术研究[J]. 情报科学, 2017, 35(1): 128-132.
- [4] 刘晓燕, 黄宇, 尤红建. 基于仿射传播算法的多文档摘要方法[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(8): 29-33.
- [5] KHANKASIKAM K. A unified framework for degraded thai historical document image restoration[J]. Journal of Computers, 2014, 37(4): 2146-2150.
- [6] 曾凡锋, 段漾波. 一种复杂版面扭曲文档图像快速校正方法[J]. 计算机应用与软件, 2016, 6(6): 172-175.
- [7] 曾凡锋. 一种复杂版面扭曲文档图像快速校正方法[J]. 计算机应用与软件, 2016, 3(11): 171-176.
- [8] 曾凡锋. 一种基于页眉线的扭曲文档图像快速校正方法[J]. 计算机应用与软件, 2016, 8(5): 142-147.
- [9] 孙云亭, 蔡振江, 程曼. 多超声波传感器局部放电电源定位方法的研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2016, 30(3): 416-422.
- [10] 赵春晖, 王莹. 一种改进的 k-means 聚类视觉词典构造方法 [J]. 仪器仪表学报, 2012, 33(10): 2380-2386.
- [11] 张新雨, 刘丁, 杨文. 基于人工鱼群霍夫变换的单晶硅直径检测 [J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(4): 940-947.
- [12] ZHANG Y, WANG P, GUO J Z. The rectification of the building texture image distortion in 3D virtual city[J]. Advanced Materials Research, 2013, 17(9): 403-408.
- [13] 曾凡锋. 基于三维数据的扭曲文档矫正技术[J]. 计算机工程与设计, 2016, 6(4): 181-185.
- [14] SU Z M, ZHU S M, LV X. Image restoration using structured sparse representation with a novel parametric data-adaptive transformation matrix [J]. Signal Processing: Image Communication, 2017, 23(9): 1026-1033.
- [15] SZEKERES B J, IZSÁK F. Finite difference approximation of space-fractional diffusion problems: The matrix transformation [J]. Computers & Mathematics with Applications, 2016, 21(8): 71-76.

### 作者简介

田文利, 1980 年出生, 硕士, 讲师, 主要研究方向为图像处理, 计算机应用。

E-mail: TianWli1980xj@126.com