

一种高效的倾斜图像校正方法

李庆峰¹, 付忠良¹, 刘 琴²

(1. 中国科学院成都计算机应用研究所, 成都 610041; 2. 东南大学计算机系, 南京 210096)

摘要: 在图像处理系统中, 通过采集设备获得的图像不可避免地会出现倾斜现象, 这给后续的图像处理和分析带来了困难。因此, 倾斜图像的检测和校正是很重要的环节。该文提出了一种新方法, 通过一次旋转来得到一条边上的两个点, 通过两点就确定了图像的边缘、得到图像的倾斜度。与传统方法相比, 该方法不仅计算量小、准确度高, 且具有很好的鲁棒性。

关键词: 倾斜检测; 校正; 旋转; Hough 变换

An Effective Skew Image Correction Method

LI Qingfeng¹, FU Zhongliang¹, LIU Qin²

(1. Institute of Computer Applications, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041;

2. Dept. of Computer Science, Southeast University, Nanjing 210096)

【Abstract】 In some digital image processing system, the images from acquisition devices inevitably introduce skew, it poses some difficulties for image processing and analysis. For detecting the image skew, a edge line is enough. The line can be given by two points which are gotten by rotation once. This method is fast, accurate and robustness.

【Key words】 Skew detection; Correction; Rotate; Hough transform

1 概述

在一个图像处理系统中, 获得图像后, 一般要对其进行预处理。在银行、财税、证券等行业的金融票据电子影像系统、汽车牌照的抓拍识别系统、选票自动识别系统以及 OCR 识别等系统中, 通过输入设备获得的图像不可避免地会发生倾斜, 这会给后面的图像分割、字符识别等图像处理与分析带来困难, 因此, 在这些系统中, 倾斜校正是图像预处理的重要部分。

倾斜校正的核心在于如何检测出图像的倾斜角。目前, 倾斜角检测的方法有许多种, 主要可分为 5 类: 基于 Hough 变换的方法, 基于交叉相关性的方法, 基于投影的方法, 基于 Fourier 变换的方法和 K-最近邻簇方法

Hough 变换是最常用的检测倾斜角方法, 由于基本 Hough 算法计算量非常大, 因此一些专门用于倾角检测的 Hough 变换改进算法被提出来^[1,2], 虽然这些算法的核心思想是减少 Hough 变换的数据量, 但由于 Hough 变换本身计算量较大, 因此改进算法的速度仍较慢。

交叉相关性算法是基于等距离的竖直(水平)平行线上像素点的相关性的方法。文献[3,4]以平行线上的像素点建立相关矩阵, 并对矩阵在竖直方向上作投影, 投影图的全局最大值对应于倾角。该方法虽然准确率高, 但相关矩阵的计算量较大。

基于投影的方法利用投影的某些特征进行判断, 如均方差、第一特征矢量以及梯度等统计特性。但是, 由于需要对整个图像统计特征值, 因此计算量和复杂度都较高。

Fourier 变换方法^[5]是利用页面倾角对应于使 Fourier 空间密度最大的方向角的特性, 将文档图像的所有像素点进行 Fourier 变换, 计算量非常大, 目前很少采用。

最近邻簇(KNN)方法^[6]先找出所有连通区中心点的K

个最近邻, 计算每对近邻点的矢量方向并统计生成直方图, 直方图的峰值对应于整个页面的倾角, 计算复杂度为 $O(N^2)$, 其中N为连通区个数。

本文提出了一种快速的倾斜校正算法, 其核心是通过一次旋转来得到一条直线上的两个点, 两点可以确定这条边, 通过这条边来得到图像的倾斜角。

2 算法思想

对于前面提到的需要倾斜校正的图像处理系统, 它们一个共同的特点就是需要校正的图像是矩形或者是类矩形, 金融票据是矩形或者说其票据上有个矩形框、车牌是矩形、选票的边缘标志点组成一个类矩形、OCR 的文档图像也是个类矩形。而矩形的一个特征就是只要能求出其一条边的倾斜角度就知道整个矩形的倾斜角度, 即图像的倾斜角度。

以往方法为了求得一条直线, 一般使用 Hough 变换, 计算量很大。“两点确定一条直线”这是大家熟知的一条公理, 也是确定直线最简单、计算量最小的方法。如何在图像中找到一条边上的两点呢?

以一个倾斜矩形框来说明算法思想。设矩形的最高、最低、最左、最右点分别是 T、B、L、R, 如图 1 所示。只要求得 TR 直线相对于水平线的夹角就知道其倾斜度(也可以求其它几条边与水平或垂直线的夹角), 然后对其反方向旋转就可以得到校正后的图像如图 2 所示。当然, 对于图像来说也许不能准确到 T、B、L、R 正好是矩形 4 个角的位置, 而且图像中也经常会出现折角或角缺失的情况, 图 3 是个典型的出现 4 个折角的情况。此时得到的 T、B、L、R 不是矩形 4 个角的位置, 如果继续按照上面的方法旋转就出现如

作者简介: 李庆峰(1980-), 男, 硕士生, 主研方向: 图像处理, 模式识别, 机器视觉; 付忠良, 研究员、博导; 刘 琴, 硕士生

收稿日期: 2005-11-11 **E-mail:** lqfmailbox@163.com

图 4 的情况,本来右下角向下倾斜,变成了左下角向下倾斜,显然这是不满足校正要求的。如何解决这个问题,观察图 4 可以看到旋转后的矩形依然存在最右点 R2',只要得到此时的最右点 R2',然后求出 R2'在原图 3 中的对应点 R2,因为 R、R2 都是右边缘上的点,可以求出右边缘所在的直线,也就求出右边缘跟垂直线的夹角,也就是其矩形的倾斜角,只要对其反方向旋转相应的角度就可以实现对其校正的目的,如图 5 所示。

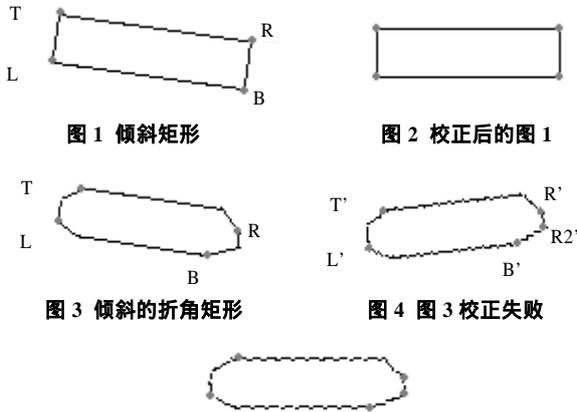


图 1 倾斜矩形

图 2 校正后的图 1

图 3 倾斜的折角矩形

图 4 图 3 校正失败

图 5 方法改进后图 3 校正结果

3 算法实现

图 6 是在一个纸币检测清分系统中采集到的一幅图像,用本文方法分别从上、下、左、右遍历图像得到 T、B、L、R,为了防止噪声的干扰,可以对所求的几个点的“邻域”求均值,即如果是求最高点 R,则求其 2x5 下邻域的平均值,如果是求最左点 L,则求其 5x2 右邻域的平均值,其它类似。判断均值是否大于门限,如果是,则为所求点。求出的 T、B、L、R 如图 6 中的标记。本例以最低点为判断依据,求倾斜角的算法如下:

算法开始。

(1) 从上、下、左、右遍历图像得到 T、B、L、R。

(2) 如果 $|B.x-L.x|$ 大于 $|R.x-B.x|$ 转(7) (判断图像是左倾斜还是右倾斜,其中 $R.x$ 表示 R 点的横坐标)。

(3) 求出 B、R 所在直线与水平线的夹角 θ , 并利用旋转公式求出 R 点以 B 为原点顺时针旋转 θ 后的 R' 的坐标。

(4) 从 R.y 到 T.y, 对每一行找到右边缘点 R_i , 并计算以 B 为原点顺时针旋转 θ 后的 R_i' 的坐标。选出 $\{R_i'\}$ 中横坐标最大点 $R2'$, 并记录下其在原图中的对应点 $R2$ 。

(5) 如果 $|R2'.x-R'.x|$ 大于 d (该系统中令 $d=3$), 则转(6), 如果小于等于 d , 则说明旋转 θ 后右边缘已经达到了垂直要求。返回倾斜角 θ 、旋转中心 B 和旋转方向 0 (设定 0 代表顺时针方向旋转, 1 代表逆时针方向旋转)。算法结束。

(6) 计算 R、R2 所在直线与垂直直线的夹角 θ , 返回倾斜角 θ 、旋转中心 R 和旋转方向 0。算法结束。

(7) 求出 B、L 所在直线与水平线的夹角 θ , 并利用旋转公式求出 L 点以 B 为原点逆时针旋转 θ 后的 L' 的坐标。

(8) 从 L.y 到 T.y 对每一行找到左边缘点 L_i , 并计算以 B 为原点逆时针旋转 θ 后的 L_i' 的坐标。选出 $\{L_i'\}$ 中横坐标最大点 $L2'$ 并记录下其在原图中的对应点 $L2$ 。

(9) 如果 $|L2'.x-L'.x|$ 大于 d , 则转(10), 如果小于等于 d , 则返回倾斜角 θ 、旋转中心 B 和旋转方向 1。算法结束。

(10) 计算 L、L2 所在直线与垂直直线的夹角 θ , 返回倾斜角 θ 、旋转中心 L 和旋转方向 1。

(11) 算法结束。

算法中的旋转公式如下,对任意点 $A(x,y)$, 设旋转角度为 θ , 旋转中心为 $O(a,b)$, OA 直线与 X 轴的夹角为 α 。

先将原点平移到 $O(a,b)$ 。

$$R=|O-A|=\sqrt{(O.x-A.x)^2+(O.y-A.y)^2}$$

对于顺时针旋转:

$$y'=R\sin(\alpha-\theta)=R\sin(\alpha)\cos(\theta)-R\cos(\alpha)\sin(\theta)=bcos(\theta)-asin(\theta)$$

$$x'=R\cos(\alpha-\theta)=R\cos(\alpha)\cos(\theta)+R\sin(\alpha)\sin(\theta)=acos(\theta)+bsin(\theta)$$

对于逆时针旋转:

$$y'=R\sin(\alpha+\theta)=R\sin(\alpha)\cos(\theta)+R\cos(\alpha)\sin(\theta)=bcos(\theta)+asin(\theta)$$

$$x'=R\cos(\alpha+\theta)=R\cos(\alpha)\cos(\theta)-R\sin(\alpha)\sin(\theta)=acos(\theta)+bsin(\theta)$$

最后将原点平移 $(-a,-b)$ 。

图 6 为一幅采集的纸币图像,利用上述算法经第 5 步判断直接对图像以 B 为旋转中心,顺时针旋转 $\theta=1.5^\circ$ 得到图 7。图 8 为图 6 丢失右下角后的图像,对其遍历后得到的 T、B、L、R,如图中标记。对图 8 利用上述算法经第 5 步判断转(6),对图像以 R 为旋转中心,顺时针旋转 $\theta=1.7^\circ$ 得到图 9。



图 6 倾斜的纸币



图 7 图 6 校正后的结果



图 8 去掉一角的倾斜纸币



图 9 图 8 校正后的结果

