

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04N 1/387 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610117277.8

[43] 公开日 2007年3月28日

[11] 公开号 CN 1937698A

[22] 申请日 2006.10.19

[21] 申请号 200610117277.8

[71] 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

[72] 发明人 赵群飞 张森 孙明 森泽太平
赖尾修三

[74] 专利代理机构 上海交达专利事务所
代理人 王锡麟 张宗明

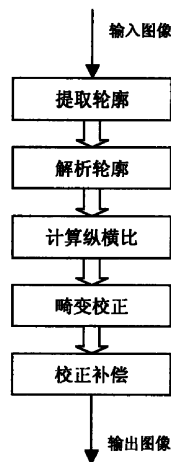
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

[54] 发明名称

图像畸变自动校正的图像处理方法

[57] 摘要

一种图像畸变自动校正的图像处理方法，本发明利用 radon 变换快速的提取出名片、文本的四边轮廓，利用轮廓顶点信息，对畸变图像进行校正，并且，建立拍摄设备内部成像数学模型，建立包括名片、文本纵横比参数的方程组，通过解方程组的方法求出矩形物体的纵横比并应用到校正过程中，使最后的校正结果不会产生变形。最后，通过文字识别，识别校正之后的图像是否出现倒置，判断是否需要校正之后的图像进行旋转，从而得到符合要求的校正结果。本发明能够快速实现畸变校正，整个过程不需要人工参与，真正实现自动校正。本发明可用于医学成像、监控设备、手机、数码相机、数码摄像机等大多数成像设备中，易于实现，用户操作简单。



1、一种图像畸变自动校正的图像处理方法，其特征在于，包括五个步骤：

(1) 提取轮廓：利用大津算法进行自动阈值分割，采用形态学方法进行边缘轮廓提取；

(2) 解析轮廓：利用 radon 变换将上步提取的边缘轮廓以直线方程的形式解析出来，并且求得四个端点的坐标；

(3) 计算纵横比：建立成像设备内部光学成像的数学模型，利用光学成像知识，建立方程组，求得纵横比；

(4) 畸变校正：利用两组坐标求得畸变校正矩阵对图像进行校正，校正过程中图像的纵横比保持不变；

(5) 校正补偿：利用数字识别的方法对校正后的图像判断上面的数字时候发生倒置的现象，选择是否需要旋转图像，完成校正后的图像进行校正不成。

2、根据权利要求 1 所述的图像畸变自动校正的图像处理方法，其特征是，所述的提取轮廓步骤包括两个部分：自动阈值分割和形态学轮廓提取，首先采用大津算法对图像进行自动阈值分割，得到一个二值图，在二值图上，名片、文本变成白色，除此之外的背景变为黑色；利用形态学方法，对白色区域进行处理，只留下白色四边形的边缘轮廓，这样，轮廓提取完成。

3 根据权利要求 1 所述的图像畸变自动校正的图像处理方法，其特征是，所述的解析轮廓步骤中，利用 radon 变换解析出二值图上四条白色边缘直线的 $\rho - \theta$ 空间信息，把四条白色边缘的直线方程求出来，然后利用解方程组的方法，把四个端点的坐标求解出来。

4、根据权利要求 1 所述的图像畸变自动校正的图像处理方法，其特征是，所述的计算纵横比步骤中，通过建立成像设备内部光学成像的数学模型，建立如下方程组：

$$\frac{-f \times [R \times \cos(\partial_1) + x_0]}{D - f - R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = x_1 - \frac{s}{2}$$

$$\frac{-f \times [R \times \sin(\partial_1) \times \sin(\theta) + y_0]}{D - f - R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = y_1 - \frac{t}{2}$$

$$\frac{f \times [R \times \sin(\partial_2) - x_0]}{D - f - R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = x_2 - \frac{s}{2}$$

$$\frac{-f \times [R \times \cos(\partial_2) \times \sin(\theta) + y_0]}{D - f - R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = y_2 - \frac{t}{2}$$

$$\frac{-f \times [R \times \sin(\partial_2) + x_0]}{D - f + R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = x_3 - \frac{s}{2}$$

$$\frac{f \times [R \times \cos(\partial_2) \times \sin(\theta) - y_0]}{D - f + R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = y_3 - \frac{t}{2}$$

$$\frac{f \times [R \times \cos(\partial_1) - x_0]}{D - f + R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = x_4 - \frac{s}{2}$$

$$\frac{f \times [R \times \sin(\partial_1) \times \sin(\theta) - y_0]}{D - f + R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = y_4 - \frac{t}{2}$$

其中，矩形长 l ，宽 m ，透镜中心与成像区域中心距离为 D ，透镜主光轴与成像区域所在的平面的夹角为 θ ，已知焦距 f ，矩形的中心在成像区域坐标系中的坐标为 (x_0, y_0) ，相对于坐标轴，矩形旋转了 α 角， k 是成像屏与图像之间的放缩系数， s 和 t 是图像矩阵的维数， $x_1, x_2, x_3, x_4, y_1, y_2, y_3, y_4$ 分别是步骤 (2) 中计算出的拍得的图像中白色四边形四个端点的坐标，假设

$$R = \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + \left(\frac{m}{2}\right)^2}$$

$$\partial_1 = \arctan\left(\frac{m}{l}\right) - \partial$$

$$\partial_2 = \arctan\left(\frac{l}{m}\right) - \partial$$

这样，上面的方程组可解，这些参数解出来，就能得到矩形的纵横比。

5、根据权利要求 1 所述的图像畸变自动校正的图像处理方法，其特征是，所述的畸变校正步骤，首先利用步骤 (2) 中计算出来的四个端点的坐标值作为输入点，利用输入点以及纵横比将基准点计算出来，然后利用两组坐标值将畸变校正矩阵 H 求出来，再利用畸变校正矩阵对原图像进行校正，校正之后的图像中矩形保持纵横比不变。

6、根据权利要求 1 所述的图像畸变自动校正的图像处理方法，其特征是，所述的校正补偿步骤中，采用文字识别的算法进行补偿，如果识别结果中正确识别

出数字或英文字母，那么不需旋转校正之后的图像，如果识别结果没有识别出数字或英文字母，那么需要对图像进行旋转校正。

图像畸变自动校正的图像处理方法

技术领域

本发明涉及的是一种图像处理技术领域的方法，具体是一种图像畸变自动校正的图像处理方法。

背景技术

当用数码相机或者手机等拍摄设备拍摄名片、文本等资料时，所拍到的图像往往会是倾斜的，而且名片、文本等本来矩形的物体会发生畸变而变成任意四边形。其原因是在拍摄名片或者文本时，拍摄者并没有正对并且垂直于被拍摄物体，而是距离被拍摄物有一定的水平距离和偏移角度。而拍摄者在拍摄这些资料时，很少会去正对并且垂直，因此，这种畸变现象非常常见，对人们读取这些资料上面的信息或进行文字处理时造成一些困难。

经对现有技术文献的检索发现，中国专利公开号：CN1607824A，公开日为2005年4月20日，发明名称：图像处理系统及图像处理方法和电子相机及图像处理装置。该发明描述了一套图像处理系统及其处理方法，其图像处理系统由电子照相机及图像处理装置组成。其中，电子照相机包括摄像部，图像记录部，加工信息取得部和加工信息记录部，摄像部拍摄被拍摄体，图像记录部记录由该摄像部拍摄到的图像，加工信息取得部根据记录在该图像记录部内的图像，取得在对该图像的规定加工中使用的加工信息，加工信息记录部将由该取得部取得的加工信息与取得源的图像对应记录。图像处理装置，其具备对由电子照相机拍摄记录的图像，根据与该图像度应而由所述电子照相机记录的加工信息，进行规定加工的图像处理部。该发明中，电子照相机拍摄到的图像以再生模式显示在监视器上，如果用户需要修正图像畸变，那么用户需要自己动手操作识别修正时成为基准的四边形的轮廓线，找到想要的轮廓线后，确定操作，将选择的轮廓线的4个顶点的坐标信息写入显示图像的图像文件的标题部。之后，在修正时，图像处理装置从中读取坐标信息执行修正操作。该技术发明需要用户自己动手操作，不能实现自动校正，过程复杂，精确度不高，除了数码相机外，还需要个人计算机（PC）和

投影仪，设备复杂，处理过程比较缓慢。

另外，Photoshop 软件（美国 Adobe 公司开发的面向数字图像处理的软件）也可以实现图像畸变校正的功能，但是必须要在个人计算机上实施，需要用户动手调节校正角度，因此操作过程中会出现误差，精确度不高，不能实现自动校正功能。而且该软件只能对楼房等建筑物的梯形畸变进行校正，不能够校正名片、文本的形状倾斜和台形畸变，应用范围小。

发明内容

本发明针对现有技术的不足，提供一种图像畸变自动校正的图像处理方法。本发明能够校正名片、文本的形状倾斜和台形畸变，能够快速实现畸变校正，整个过程不需要人工参与，真正实现自动校正，易于实现，操作简单。

本发明是通过以下技术方案实现的，包括五个步骤：

（1）提取轮廓：利用 otsu 算法（大津算法）进行自动阈值分割，采用形态学方法进行边缘轮廓提取；

（2）解析轮廓：利用 radon 变换（奥地利数学家 Radon 提出的一种用于直线检测的投影变换）将上步提取的边缘轮廓以直线方程的形式解析出来，并且求得四个端点的坐标；

（3）计算纵横比：建立成像设备内部光学成像的数学模型，利用光学成像知识，建立方程组，求得纵横比；

（4）畸变校正：利用两组坐标求得畸变校正矩阵对图像进行校正，校正过程中图像的纵横比保持不变；

（5）校正补偿：利用数字识别的方法对校正后的图像判断上面的数字时候发生倒置的现象，选择是否需要旋转图像，完成校正后的图像进行校正不成。

本发明中，首先提取名片、文本等四边形的边缘轮廓，将四条边分离出来。其中，轮廓提取所用的大津算法，是一种自动阈值分割的快速方法。这种方法，能够很快计算出彩色图或者灰度图的分割阈值，并将原图转换成二值图。本发明中，利用名片、文本等与背景在亮度和色彩度上的差异，大津算法在阈值分割转换成二值图时将背景自动设为黑色，而名片等设为白色，因此，在得到的二值图中，包括两个部分：黑色的背景和白色的名片或者文本。形态学提取边界时，利用边界提取算子对二值图进行运算，可以将边缘轮廓提取出来，这样，得到一个

白色四边形的二值图。

在解析轮廓时，用到的 radon 变换是一种直线检测的算法。对步骤（1）得到的白色四边形的二值图应用 radon 变换，得到有四个对应亮点的 radon 变换图。每个亮点对应四边形的一条边，通过读取亮点在 radon 变换图上的对应的 XY 坐标值，可以把每条边的直线解析式求出来。联立每两条边，可以求出四边形的四个端点坐标。

成像设备内部成像过程遵循透镜成像规律。假设名片或者文本等矩形物长宽分别为 l ， m ，相对于拍摄者矩形旋转角为 α ，拍摄装备的透镜主光轴与拍摄平面夹角 θ ，矩形中心在拍摄区域所在的直角坐标系中的坐标为 (x_0, y_0) ，拍摄区域中心到透镜光心距离为 D ，光学系数为 k ，一共有 8 个未知参数，可以用这 8 个参数将矩形的四个端点坐标表示出来，然后利用两条特殊光线：过主光轴的光线以及平行于主光轴的光线将四个端点在成像屏上的坐标求出来。这样，再利用步骤（2）中求得的四边形的四个端点坐标，可以联立形成一个方程组，包括 8 个方程和 8 个未知数，通过解方程组，可以求解出矩形的长宽比，也就是纵横比。

进行校正时，需要校正前四个端点的坐标，即步骤（2）中所求得的坐标，以及校正后四个端点的坐标。可以用校正前的坐标，以及校正之后四边形成为矩形的条件和校正之后保持求得的纵横比的条件，求出校正后四个端点的坐标。利用这两组坐标求得畸变校正矩阵进行校正。

校正过程一方面将畸变的四边形变为矩形，另一方面还要保持纵横比不变。但是，校正之后，名片或者文本上面的文字信息对于读者看来，可能是倒置的。因此，需要利用文字识别的技术，判别名片上面的数字或英文字母是否倒置。如果是倒置的，那么旋转图像，再进行判断，以保证最后的结果中文字不颠倒。

本发明可以作为畸变校正子模块嵌入成像设备内部的中央处理模块，使成像设备具有畸变自动校正功能。畸变校正子模块在硬件上与中央处理模块共享相同的数字信号处理芯片，软件上使用本发明的数字图像处理方法，在功能上实现畸变自动校正。

与现有技术相比，本发明能够快速实现畸变校正，整个过程不需要人工参与，真正实现自动校正。并且，引进光学成像数学模型，求得名片、文本的原纵横比，使校正结果保持原先的纵横比不变，保证最后的校正结果形状上不失真。

最后，使用文字识别，确定名片、文本上面的文字信息没有倒置，使用简易方便。本发明可用于医学成像、监控设备、手机、数码相机、数码摄像机等大多数成像设备中，而且不需要在硬件上做大的改动，实现简单。

附图说明

图 1 为本发明方法流程图

图 2 为成像设备内部光学成像数学模型。

图 3 为拍摄区域的平面图。

具体实施方式

本发明利用 radon 变换快速的提取出名片、文本的四边轮廓，利用轮廓顶点信息，对畸变图像进行校正，并且，建立拍摄设备内部成像数学模型，建立包括名片、文本等纵横比参数的方程组，通过解方程组的方法求出矩形物体的纵横比并应用到校正过程中，使最后的校正结果不会产生变形。最后，通过文字识别，识别校正之后的图像是否出现倒置，判断是否需要对校正之后的图像进行旋转，从而得到符合要求的校正结果。

如图 1 所示，本发明的图像处理方法包括五个步骤，分别为提取轮廓、解析轮廓、计算纵横比、畸变校正、校正补偿。

提取轮廓步骤包括两个部分，自动阈值分割和形态学轮廓提取。自动阈值分割采用的是大津算法。考虑到名片或者文本与旁边的背景在色彩度和亮度上的差异，采用大津算法能够简单快速的把名片或者文本与背景分开。应用大津算法，将彩色图或者灰度图变为二值图 BW，在二值图 BW 上背景部分为黑色，而名片等成为一个白色的四边形。然后，对二值图 BW 应用形态学边界提取方法，其处理过程为：用一个 3×3 的值全为 1 的矩阵腐蚀上面得到的二值图 BW，得到一个新的二值图 BW1，然后用 BW 减去 BW1 就得到需要的边界轮廓二值图 BW2。在最后得到的二值图 BW2 中，背景和四边形的内部全变成黑色，而只有四边形的四条边保持白色。这样，白色四边形的边界轮廓就被提取出来。

解析轮廓步骤使用的是 radon 变换检测直线的算法。radon 变换可以理解为图像在 $\rho - \theta$ 空间的投影， $\rho - \theta$ 空间的每一点对应图像空间一条直线，而 radon 变换是图像像素点在每条直线上的积分，也可理解为图像顺时针旋转 θ 角度后在水平轴上的投影。因此图像中每条直线会在 $\rho - \theta$ 空间形成一个亮点，直线的检

测转化为在 $\rho - \theta$ 变换域对亮点的检测。因此，对轮廓提取步骤得到的边界轮廓二值图 BW2 应用 radon 变换，可以发现在得到的 radon 变换图上有四个明显的亮点，它们分别对应四边形的四条边，利用四个亮点的 ρ ， θ 值，可以准确的四条边的直线方程解析式写出来。因此，边界轮廓解析成功。分别联立两条边的方程，可以将四个端点的坐标求解出来。这四个端点在畸变校正中被称为输入点。

计算纵横比步骤中，首先要建立一个成像设备内部光学成像的数学模型。如图 2 所示，成像设备的透镜中心 O 与成像屏以及被照射区域(即成像区域)中心 O' 三点共线，建立如图 2 所示坐标系。其中，透镜中心与成像区域中心距离为 D ，透镜主光轴与成像区域所在的平面的夹角为 θ 。拍摄时，成像设备的透镜组焦距为 f ，设备内部成像光学系数为 k 。图 3 为成像区域的平面图。假设名片、文本等矩形物品的长为 l ，宽为 m ，矩形的中心在成像区域坐标系中的坐标为 (x_0, y_0) ，相对于坐标轴，矩形旋转了 α 角。为了计算方便，令

$$R = \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + \left(\frac{m}{2}\right)^2}$$

$$\partial_1 = \arctan\left(\frac{m}{l}\right) - \partial$$

$$\partial_2 = \arctan\left(\frac{l}{m}\right) - \partial$$

那么，在图 3 所示的坐标系中，矩形的四个端点的坐标分别为

$$\begin{aligned} &(R \times \cos(\partial_1) + x_0, R \times \sin(\partial_1) \times \sin(\theta) + y_0, -D + R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) + y_0 \times \sin(\theta)) \\ &(-R \times \sin(\partial_2) + x_0, R \times \cos(\partial_2) \times \sin(\theta) + y_0, -D + R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) + y_0 \times \sin(\theta)) \\ &(R \times \sin(\partial_2) + x_0, -R \times \cos(\partial_2) \times \sin(\theta) + y_0, -D - R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) + y_0 \times \sin(\theta)) \\ &(-R \times \cos(\partial_1) + x_0, -R \times \sin(\partial_1) \times \sin(\theta) + y_0, -D - R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) + y_0 \times \sin(\theta)) \end{aligned}$$

利用这四个端点过透镜之后折射到成像屏上的两条特殊光线，可以求出这四个端点在成像屏上的像的坐标。这两条直线，一条是过透镜光心的直线，方向不变，另外一条是平行于主光轴的直线，过透镜之后折射经过焦点后落到成像屏上。根据这两条直线的方程就可以求出像点的坐标。作后求得的四个端点对应的像点在图 2 所示的坐标系中的 XY 坐标分别为：

$$\left(\frac{-f \times [R \times \cos(\partial_1) + x_0]}{D - f - R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)}, \frac{-f \times [R \times \sin(\partial_1) \times \sin(\theta) + y_0]}{D - f - R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \right)$$

$$\left(\frac{f \times [R \times \sin(\partial_2) - x_0]}{D - f - R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)}, \frac{-f \times [R \times \cos(\partial_2) \times \sin(\theta) + y_0]}{D - f - R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \right)$$

$$\left(\frac{-f \times [R \times \sin(\partial_2) + x_0]}{D - f + R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)}, \frac{f \times [R \times \cos(\partial_2) \times \sin(\theta) - y_0]}{D - f + R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \right)$$

$$\left(\frac{f \times [R \times \cos(\partial_1) - x_0]}{D - f + R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)}, \frac{f \times [R \times \sin(\partial_1) \times \sin(\theta) - y_0]}{D - f + R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \right)$$

再利用步骤（2）中，求得的图像中四边形的四个端点的坐标，联立：

$$\frac{-f \times [R \times \cos(\partial_1) + x_0]}{D - f - R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = x_1 - \frac{s}{2}$$

$$\frac{-f \times [R \times \sin(\partial_1) \times \sin(\theta) + y_0]}{D - f - R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = y_1 - \frac{t}{2}$$

$$\frac{f \times [R \times \sin(\partial_2) - x_0]}{D - f - R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = x_2 - \frac{s}{2}$$

$$\frac{-f \times [R \times \cos(\partial_2) \times \sin(\theta) + y_0]}{D - f - R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = y_2 - \frac{t}{2}$$

$$\frac{-f \times [R \times \sin(\partial_2) + x_0]}{D - f + R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = x_3 - \frac{s}{2}$$

$$\frac{f \times [R \times \cos(\partial_2) \times \sin(\theta) - y_0]}{D - f + R \times \cos(\partial_2) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = y_3 - \frac{t}{2}$$

$$\frac{f \times [R \times \cos(\partial_1) - x_0]}{D - f + R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = x_4 - \frac{s}{2}$$

$$\frac{f \times [R \times \sin(\partial_1) \times \sin(\theta) - y_0]}{D - f + R \times \sin(\partial_1) \times \cos(\theta) - y_0 \times \sin(\theta)} \times k = y_4 - \frac{t}{2}$$

其中， k 是成像屏与图像之间的放缩系数， s 和 t 是图像矩阵的维数， $x_1, x_2, x_3, x_4, y_1, y_2, y_3, y_4$ 分别是步骤（2）中计算出的拍得的图像中白色四边形四个端点的坐标。这样，上面一个方程组共 8 个未知数（焦距 f 已知），8 个方程，未知数可分别解出，这样， l 与 m 的比值即纵横比可迎刃而解。

畸变校正时，要利用两组坐标值。一组是在步骤（2）中求得的白色四边形的

四个端点的坐标值，另一组是校正之后这四个端点对应的矩形四个端点的坐标值，这组端点被成为基准点。首先固定白色四边形左上方的端点，校正之后矩形左上方的端点也是这点，在位置上是不动的，坐标值也不变。然后选择以固定端点为端点的一条边，计算其边长，以这条边的边长作为校正之后的矩形的一条边长，利用上面计算出来的纵横比可以计算出校正之后的矩形的另外一条边的边长。矩形的长宽都确定之后，再利用固定点的坐标，可以分别将其余三点的坐标计算出来。因此，校正之后的矩形四个端点的坐标确定下来，即基准点的坐标确定下来。利用输入点和基准点的坐标可以将校正矩阵求出来。求解过程如下：假设校正之前四点坐标为 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) , (x_4, y_4) , 校正之后四点坐标为 (x_1', y_1') , (x_2', y_2') , (x_3', y_3') , (x_4', y_4') , 畸变校正矩阵 H ,

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \quad h = (h_{11}, h_{12}, h_{13}, h_{21}, h_{22}, h_{23}, h_{31}, h_{32}, h_{33})^T$$

他们之间存在关系式：

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_1'x_1 & -x_1'y_1 & -x_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -y_1'x_1 & -y_1'y_1 & -y_1 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_2'x_2 & -x_2'y_2 & -x_2 \\ 0 & 0 & 0 & x_2 & y_2 & 1 & -y_2'x_2 & -y_2'y_2 & -y_2 \\ x_3 & y_3 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_3'x_3 & -x_3'y_3 & -x_3 \\ 0 & 0 & 0 & x_3 & y_3 & 1 & -y_3'x_3 & -y_3'y_3 & -y_3 \\ x_4 & y_4 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_4'x_4 & -x_4'y_4 & -x_4 \\ 0 & 0 & 0 & x_4 & y_4 & 1 & -y_4'x_4 & -y_4'y_4 & -y_4 \end{bmatrix} \times h = 0$$

利用该关系式可以解出 h , 相应畸变校正矩阵 H 可以解得。利用原图像的象素点的坐标和畸变校正矩阵即可对原先的图像进行校正，校正之后得到的图像中，名片和文本变为矩形，并且保持了原先的纵横比。

应用文字识别对校正之后的图像进行补偿。目前的文字识别技术发展迅速，而且由于名片或者文本上面的数字都是印刷体，比之手写体文字识别要简单很多。校正补偿步骤包括四部分：图像分割、特征提取、文字识别、判断补偿。对校正之后的图像进行预处理后，把图像二值化，使二值化之后的图像，文字等为黑色，而其他背景变为白色。利用形态学连通区域法将需要识别的问字分割出来，具体做法如下：在二值图上检测到第一个黑色象素点，假设它是连通域上的一个黑色

象素点，把它作为递归过程的开始，递归公式为： $X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A$ ， X_k 代表提取出来的连通区域，A代表上面的二值图，B是一个 3×3 的8连通区域模板。在将所有符合要求的连通区域找出后，再进行归一化，将所有连通区域都进行插值变成 20×10 的矩阵。因为名片或者文本中绝大多数都包含阿拉伯数字，因此本发明着重对阿拉伯数字进行识别。如果名片或者文本中没有数字，那么可依次对英文字母和汉字进行识别。例如，本发明对数字进行识别时，通过对2, 3, 4, 5, 7（因为0, 1, 6, 8, 9即使倒置也有相应的数字与其对应，例如，0与0, 6与9, 等等。）特征的分析，采用四种数字特征：横线特征，竖线特征，水平方向过线数，垂直方向过线数，这些数字的数字特征如下表1所示。因此，建立相应的分类器，如以下表2所示，可以分别将这些数字识别。例如，现在识别出数字2，那么说明，名片等没有发生倒置，如果，利用分类器没有识别出数字，那么说明，名片等发生倒置。因此，需要对校正后的图像再进行旋转，然后得到的图像才是最后需要的。

表1为数字特征表格。

数字特征		2	3	4	5	7
横线特征	上横线	0	0	0	1	1
	下横线	1	0	0	0	0
竖线特征	左竖线	0	0	0	0	0
	右竖线	0	0	0	0	0
水平方向过线特征	上过线数	2	2	2	1	2
	下过线数	2	2	1, 2	2	1
垂直方向过线特征	左过线数	4, 3	2, 3, 4	2, 3	4, 3	1, 2
	右过线数	3	4	2	3	2

表 2 为数字分类器。

数字特征	2	3	4	5	7
上横线	0	0	0	1	1
下横线	1	0	0	0	0
左竖线	0	0	0	0	0
右竖线	0	0	0	0	0
上过线数	2	2	2	1	2
右过线数	3	4	2	3	2
上 1/3 高度处过线数	1	1	2	1	1

本发明可以作为畸变校正子模块嵌入成像设备内部的中央处理模块，使成像设备具有畸变自动校正功能。其实现方法为，畸变校正子模块作为功能子模块嵌入在成像设备的中央处理模块中，在硬件上与中央处理模块共享相同的数字信号处理芯片，软件上使用本发明的数字图像处理方法，在功能上实现畸变自动校正。

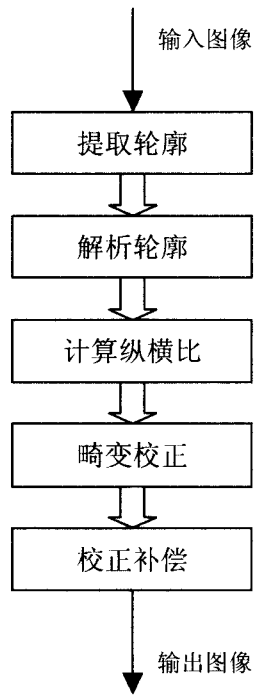


图 1

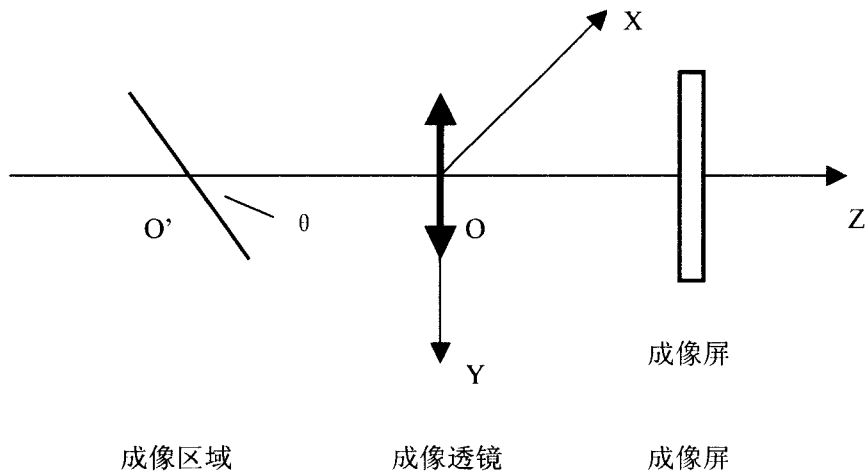


图 2

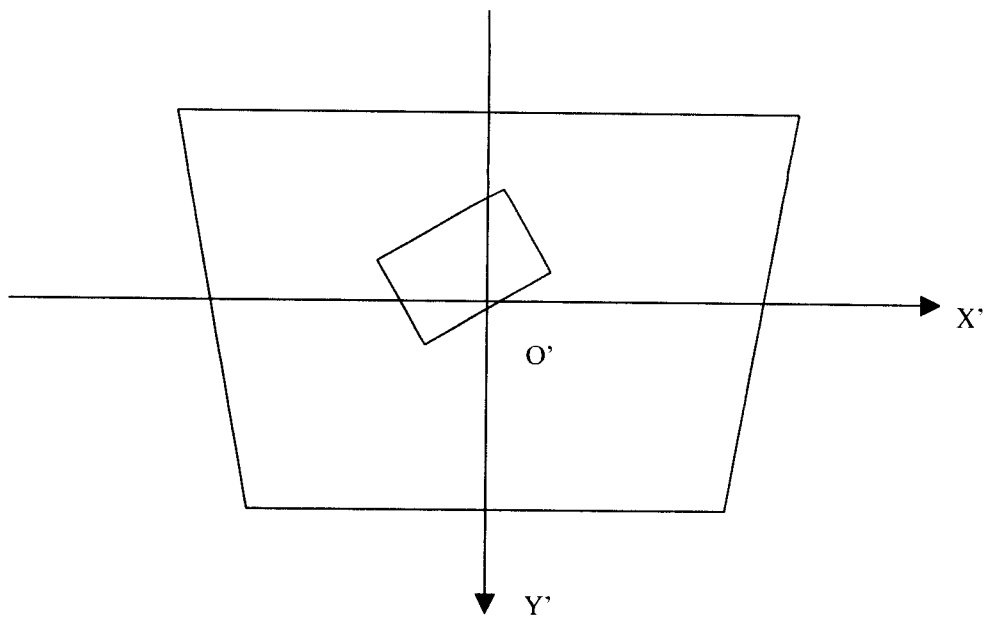


图3