



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102708552 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201210166685. 8

乔连芝. 基于图像处理方式定位识别条形码.
《基于图像处理方式定位识别条形码》. 2010,

(22) 申请日 2012. 05. 24

审查员 吴瑶

(73) 专利权人 中山大学

地址 510275 广东省广州市新港西路 135 号

(72) 发明人 谭洪舟 朱雄泳 陈荣军 陆许明

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

代理人 李柏林

(51) Int. Cl.

G06T 5/00(2006. 01)

G06K 7/10(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101510268 A, 2009. 08. 19,

CN 101710385 A, 2010. 05. 19,

CN 101789080 A, 2010. 07. 28,

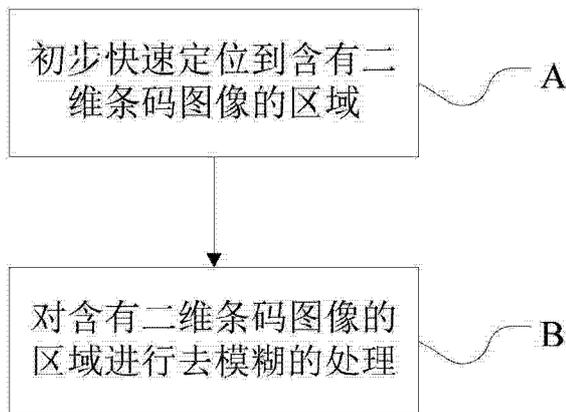
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种快速二维条码图像运动去模糊方法

(57) 摘要

本发明公开了一种快速二维条码图像运动去模糊方法,包括:初步快速定位到含有二维条码图像的区域;及对含有二维条码图像的区域进行去模糊的处理。本发明先分析了二维条码图像的特征,从而获得两个重要的图像特征,即二维条码图像周边存在比较宽的空白区和二维条码图像整体外轮廓为矩形,根据这两个图像特征,本发明方法先从模糊图像中,定位出包含二维条码图像的区域,然后只针对该包含二维条码图像的区域进行运动去模糊的处理,避免对整幅图像进行去模糊的运算,从而减少了算法的运算时间,可用在需要实时处理的手持式设备上,从而进一步扩展二维条码图像识读设备的使用范围,提高使用上的人性化体验。



1. 一种快速二维条码图像运动去模糊方法,其特征在於,包括以下步骤:

- A. 初步快速定位到含有二维条码图像的区域;
- B. 对含有二维条码图像的区域进行去模糊的处理;

所述步骤 A 具体包括:

- A1. 利用图像重采样得到源图像的差分图像;
- A2. 利用快速自适应阈值法对差分图像进行二值化处理得到二值图像;
- A3. 对二值图像进行矩形检测,提取出包含二维条码图像的最小矩形区域;

其中所述步骤 A3 具体包括:

对二值图像进行标记,将图像中重叠连通区域标记为同一区域;

统计标记为同一区域的像素数量以去除干扰区域;

对接近矩形的区域进行轮廓跟踪,并利用旋转法计算各次旋转中面积最小的外接矩形区域,所述面积最小的外接矩形区域即为包含了二维条码图像,且去除了背景图像干扰的最小矩形区域。

2. 根据权利要求 1 所述的一种快速二维条码图像运动去模糊方法,其特征在於,所述步骤 A3 还包括:

根据矩形相似度判断所述面积最小的外接矩形区域是否为矩形,若否则重新选取面积最小的外接矩形区域,所述矩形相似度为被检测区域的实际像素之和与被检测区域最小的外接矩形区域的面积的比例,反映了物体对其外接矩形的充满程度。

3. 根据权利要求 1 所述的一种快速二维条码图像运动去模糊方法,其特征在於,所述步骤 B 包括:

获取运动模糊图像的长度 L 及其运动方向 θ ;

根据获取的运动模糊图像的长度 L 及其运动方向 θ ,得到运动模糊图像的点扩散函数的空间域表达式;

采用带约束的最小二乘法进行二维条码图像的图像恢复处理。

一种快速二维条码图像运动去模糊方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种图像运动去模糊方法,尤其是一种基于二维码图像特征的快速二维条码图像运动去模糊方法。

背景技术

[0002] 二维条码技术由于具有存储容量大、成本低廉等优点,可用来解决物联网中的感知层的标识问题,因而受到广泛的应用。但由于矩阵式或混合式的二维条码不能采用传统的激光扫描读取方式进行识读,而必须采用拍摄方式进行图像处理,且可提高其通用性,故数字图像处理技术在二维条码上的应用研究就显得具有非常重要的意义。

[0003] 在图像的拍摄采集过程中,由于各种模糊因素的影响,很容易导致拍摄到的图像出现模糊的情况,令机器难以进行分析。有时候模糊因素只影响图像中的某些像素点的灰度值而令这些像素点变得模糊,而有时候却令图像中的某个空间区域或者整个图像的空间区域都变模糊,这是成像过程中普遍存在而又无法回避的问题。因此,要对模糊了的二维条码图像进行自动识读,必须先对图像进行去模糊的处理。

[0004] 迄今为止,人们已提出了众多图像去模糊的方法,包括傅里叶变换域法、递归法和迭代滤波法等。这些方法都是先对图像进行分析,建立起图像模糊的数学模型,然后用相反的过程去掉模糊因素,从而得到清晰的原图像。由于对整幅图像进行分析与去模糊处理需要耗费比较多的时间,而对二维条码图像的识读却需要在最短时间内获得图像中存储的信息,以提高工作效率,故对整幅图像进行去模糊处理的方法并不适合用在二维条码的图像去模糊上。

[0005] 主流的二维条码标准包括 PDF417 码、QR 码、Datamatrix 码等,其中,除了 PDF417 码属于堆叠式二维条码之外,其余的是矩阵式二维条码。不同标准的二维条码,其编解码的方式不一样,而生成的图像也不尽相同。

[0006] 通过对各不同编码标准生成的图像分析,可以知道,二维条码图像存在两个重要的特征:

[0007] 1、图像周边存在比较宽的空白区;

[0008] 2、图像的整体外轮廓可以看作一个矩形。

[0009] 模糊现象只是发生在图像梯度有明显变化的部分,而由于二维条码图像的周边有空白区域的存在,该区域不会发生模糊现象。所以,不管图像发生模糊现象与否,都可利用二维条码的上述特征将二维条码图像与其他部分区分开。由于二维条码图像从整体来看,其外轮廓为矩形,即便发生了运动模糊现象,其外轮廓仍表现为一个近似的矩形,因此可用查找矩形的方法,迅速定位二维条码图像,然后再对其进行去模糊处理,从而节约了处理的时间。因此,亟需一种结合二维条码图像的特点能够快速有效对二维条码运动图像进行去模糊处理的方法。

发明内容

[0010] 本发明要解决的技术问题是：提供一种快速有效的二维条码图像运动去模糊方法。

[0011] 为了解决上述技术问题，本发明所采用的技术方案是：

[0012] 一种快速二维条码图像运动去模糊方法，包括以下步骤：

[0013] A. 初步快速定位到含有二维条码图像的区域；

[0014] B. 对含有二维条码图像的区域进行去模糊的处理。

[0015] 进一步，所述步骤 A 具体包括：

[0016] A1. 利用图像重采样得到源图像的差分图像；

[0017] A2. 利用快速自适应阈值法对差分图像进行二值化处理得到二值图像；

[0018] A3. 对二值图像进行矩形检测，提取出包含二维条码图像的最小矩形区域。

[0019] 进一步作为优选的实施方式，所述步骤 A3 具体包括：

[0020] 对二值图像进行标记，将图像中重叠连通区域标记为同一区域；

[0021] 统计标记为同一区域的像素数量以去除干扰区域；

[0022] 对接近矩形的区域进行轮廓跟踪，并利用旋转法计算各次旋转中面积最小的外接矩形区域，所述面积最小的外接矩形区域即为包含了二维条码图像，且去除了背景图像干扰的最小矩形区域。

[0023] 进一步作为优选的实施方式，所述步骤 A3 还包括：

[0024] 根据矩形相似度判断所述面积最小的外接矩形区域是否为矩形，若否则重新选取面积最小的外接矩形区域，所述矩形相似度为被检测区域的实际像素之和与最小外接矩形区域的面积的比例，反映了物体对其外接矩形的充满程度。

[0025] 进一步，所述步骤 B 包括：

[0026] 获取运动模糊图像的长度 L 及其运动方向 θ ；

[0027] 根据获取的运动模糊图像的长度 L 及其运动方向 θ ，得到运动模糊图像的点扩散函数的空间域表达式；

[0028] 采用带约束的最小二乘法进行二维条码图像的图像恢复处理。

[0029] 本发明的有益效果是：本发明先分析了二维条码图像的特征，从而获得两个重要的图像特征，即二维条码图像周边存在比较宽的空白区和二维条码图像整体外轮廓为矩形，根据这两个图像特征，本发明方法先从模糊图像中，定位出包含二维条码图像的区域，然后只针对该包含二维条码图像的区域进行运动去模糊的处理，避免对整幅图像进行去模糊的运算，从而减少了算法的运算时间，可用在需要实时处理的手持式设备上，从而进一步扩展二维条码图像识读设备的使用范围，提高使用上的人性化体验。

附图说明

[0030] 图 1 为本发明快速二维条码图像运动去模糊的步骤示意图；

[0031] 图 2 为本发明实施例中二维条码图像快速初步定位的步骤流程图；

[0032] 图 3 为本发明重采样与差分处理后的图像直方图；

[0033] 图 4 为本发明 Rosin 算法的工作流程图；

[0034] 图 5 为本发明高斯滤波处理后的直方图；

[0035] 图 6 为本发明优选实施例中面积最小的外接矩形区域的粗定位流程图；

- [0036] 图 7 为本发明图像标记方法示意图；
 [0037] 图 8 为本发明轮廓跟踪的八方向链码示意图；
 [0038] 图 9 为本发明快速初步定位提取的包含二维条码图像的目标图像示意图；
 [0039] 图 10 为本发明带约束的最小二乘法进行图像恢复处理后的示意图；
 [0040] 图 11 为本发明中轮廓跟踪的链码表示意图；
 [0041] 图 12 为本发明对二维条码图像去模糊处理耗费的时间表示意图。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步说明：

[0043] 本发明快速二维条码图像运动去模糊方法，利用二维条码所固有的两个图像特征：二维条码图像周边存在比较宽的空白区和二维条码图像整体外轮廓为矩形，快速定位到含有二维条码图像的区域，并对该区域的图像进行去模糊的处理，从而可减小图像去模糊处理的时间，扩展了二维条码图像识别设备的适用范围，并提高了实时处理模糊图像的能力。参照图 1，一种快速二维条码图像运动去模糊方法，包括以下步骤：

- [0044] A. 初步快速定位到含有二维条码图像的区域；
 [0045] B. 对含有二维条码图像的区域进行去模糊的处理。

[0046] 参照图 2，在实施例中，上述步骤 A 具体包括：

[0047] A1. 利用图像重采样得到源图像的差分图像；

[0048] 所述差分图像的数学描述如下所示：

[0049]

$$D(x, y) = \max(f(4x-i, 4y-j)) - \min(f(4x-i, 4y-j))$$

[0050] 其中， $D(x, y)$ 为差分图像，重采样是在将原图像划分为一系列的 4×4 大小的子图像中进行， $1 \leq x \leq H/4$ ， $1 \leq y \leq W/4$ ， H 与 W 分别表示原图像的高度和宽度。 $\max()$ 为过采样， $\min()$ 为降采样。通过该操作，图像缩小为原图像的 $1/4$ ，背景中大部分的小模块都被去除，二维条码之间的小模块也融合在一起，外轮廓的线段也连接起来了，此时图像为原图像的 $1/4$ ，进一步减少运算量，大部分的背景图像已被去除，二维条码图像也融合成了一个接近矩形的方块，此时便可通过图像二值化的方法进一步去除图像背景的干扰。

[0051] A2. 利用快速自适应阈值法对差分图像进行二值化处理得到二值图像；

[0052] 由于二维条码图像是由对比度比较高的黑白条空组成，故根据公式

[0053]

$$D(x, y) = \max(f(4x-i, 4y-j)) - \min(f(4x-i, 4y-j))$$

[0054] 处理之后，灰度级相近的区域都被压制了，图像中的二维条码部分区域的灰度级会比图像中的背景区域的灰度级要高很多。因此经过重采样与差分处理之后的图像的直方图，如图 3 所示。

[0055] 由图 3 可以看出，图像中的灰度级相近的像素都被压缩了，集中在灰度级的低端，而包含二维条码图像的像素都分布在谷底。此时，直方图存在单峰现象，故采用了 Rosin 算法获取全局的阈值，时间复杂度更高。Rosin 算法的思路很简单，它假设图像的直方图分布只有一个峰且位于低端，或者只有两个峰，但第二个峰非常小，在主峰的靠近底部的地方有

一个可检测的角点,它对应的就是合适的阈值。

[0056] Rosin 算法的工作流程如图 4 所示。从图中可以看出,Rosin 算法实际上就是先计算起始点与终止点之间的连接线,然后计算每个点到该连线的最大的垂直距离的问题。

[0057] 为进一步减少直方图的噪声干扰,本发明采用了加窗高斯滤波器对直方图进行滤波处理。加窗高斯滤波函数的表示如下:

[0058]

$$G(x) = \frac{1}{2\pi\delta^2} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\delta^2}}$$

[0059] 经过加窗高斯滤波处理后的直方图如图 5 所示。

[0060] 对图 5 所示的直方图采用 Rosin 算法获得阈值 T 后,直接代入公式

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & f(x,y) \geq T \\ 0 & f(x,y) < T \end{cases}$$

[0061] 其中, $f(x,y)$ 表示输入图像, $g(x,y)$ 表示输出图像,T 为阈值。即可获得一幅二值图像。二值图像中大部分背景都已消除,二维条码图像已经融合成为一个整体,只需将该部分图像提取出来,对该区域进行去模糊处理即可。由于是基于直方图分析的方式获得阈值,所以该算法的时间复杂度很低,只为 $O(n)$ 。

[0062] A3. 对二值图像进行矩形检测,提取出包含二维条码图像的最小矩形区域。

[0063] 所述步骤 A3 具体包括:

[0064] 对二值图像进行标记,将图像中重叠连通区域标记为同一区域;

[0065] 统计标记为同一区域的像素数量以去除干扰区域;

[0066] 对接近矩形的区域进行轮廓跟踪,并利用旋转法计算各次旋转中面积最小的外接矩形区域,所述面积最小的外接矩形区域即为包含了二维条码图像,且去除了背景图像干扰的最小矩形区域。

[0067] 进一步作为优选的实施方式,所述步骤 A3 还包括:

[0068] 根据矩形相似度判断所述面积最小的外接矩形区域是否为矩形,若否则重新选取面积最小的外接矩形区域,所述矩形相似度为被检测区域的实际像素之和与被检测区域最小的外接矩形区域的面积的比例,反映了物体对其外接矩形的充满程度。

[0069] 图 6 是本发明优选实施例中面积最小的外接矩形区域定位的步骤流程图,具体包括:

[0070] 先对输入的二值图像进行标记,采用基于区域增长法和线标记法的图像标记法,从上往下、自左至右对图像进行线扫描,遇到该行连通区域起始与最后一个像素时,采用 8 邻域连通法检查是否存在重叠连通的区域段,如果有则合并区域段,否则作为新的“种子段”,继续扫描,直到图像中所有的连通域标记完毕,其过程如图 7 所示,将图 7 将区域①~④统一标记为 1,将区域⑤~⑩统一标记为 2。

[0071] 区域的统计实际上就是统计标记为同一个区域的像素数量。利用统计的结果,进一步去除小区域的影响,或者是尺寸很大,像素却很少的区域。然后求取接近矩形的区域的最小面积外接矩形。

[0072] 再对接近矩形的区域进行轮廓跟踪,将轮廓坐标保存在数组中,然后用旋转法计

算各轮廓坐标旋转后的坐标值,取各次旋转中的最小面积即可。由于对精度要求不高,所以每次旋转的角度可以设大一点,以减小计算量。对轮廓的跟踪,需要利用八方向链码进行寻址,所述八方链码的编码方式如图 8 所示。假设当前顶点为 $P_i(x_i, y_i)$, P_i 的跟踪方向为 D_i , 则下一个顶点 P_{i+1} 的编码为 C_{i+1} , 跟踪的方向变化规则为:

[0073]

$$\begin{cases} D_{i+1} = D_i & \text{如果 } C_{i+1} = 2 \\ D_{i+1} = (D_i + 1) \% 4 & \text{如果 } C_{i+1} = 1 \\ D_{i+1} = (D_i + 3) \% 4 & \text{如果 } C_{i+1} = 3 \end{cases}$$

[0074] 而坐标变化的规则为:

[0075]

$$\begin{cases} x_{i+1} = x_i, y_{i+1} = y_i & \text{当 } D_i = 0 \\ x_{i+1} = x_i, y_{i+1} = y_{i-1} & \text{当 } D_i = 1 \\ x_{i+1} = x_{i-1}, y_{i+1} = y_i & \text{当 } D_i = 2 \\ x_{i+1} = x_i, y_{i+1} = y_{i+1} & \text{当 } D_i = 3 \end{cases}$$

[0076] 为节省存储空间,不必对轮廓上的每个点坐标都进行记录,而只用记录起始点坐标,然后依次记录后一个轮廓点相对于前一个轮廓点的方向链码即可。链码表中前 2 个单元存储起始点坐标,第 3 个单元记录链码表长度,从第 4 个存储单元开始为轮廓上每个点的链码值。链码表结构如图 11 所示。以原点为坐标原点,对链码表保存的轮廓坐标进行旋转操作,即:

[0077]

$$\begin{cases} x' = \cos(\beta) \times x + \sin(\beta) \times y \\ y' = \cos(\beta) \times x - \sin(\beta) \times y \end{cases}$$

[0078] 其中, $\beta \in [0^\circ, 90^\circ]$, 设每次旋转 θ , 则 $\beta = \theta \times i$, $i \in [0, 90/\theta]$ 。由于只是粗定位,故 θ 的取值可以设置得比较大,本发明取 10。以每次旋转后轮廓坐标点中的最小坐标点与最大坐标点为外接矩形,计算其面积。然后从中取最小的外接矩形,此时该区域可能包含了二维条码图像,且去除了所有的背景图像的干扰,令后续的处理更方便。

[0079] 为了让准确度更高一些,此时可以采用矩形相似度进一步判断该最小外接矩形是否为矩形,其数学描述公式为:

[0080]

$$\text{rectrate} = \frac{\text{real_area}}{\text{rect_area}}$$

[0081] 其中,real_area 为区域统计得到的该区域的实际像素之和,而 rect_area 为该区域的最小外接矩形的面积。因此,矩形相似度实际上就是被检测区域的实际像素之和及其最小外接矩形的面积的比例,反映了物体对其外接矩形的充满程度。通过对矩形相似度的判断,可以进一步去除接近直线的或者是大区域却稀疏像素的干扰区域。

[0082] 进一步,所述步骤 B 包括:

[0083] 获取运动模糊图像的长度 L 及其运动方向 θ ；

[0084] 根据获取的运动模糊图像的长度 L 及其运动方向 θ ,得到运动模糊图像的点扩散函数的空间域表达式；

[0085] 采用带约束的最小二乘法进行二维条码图像的图像恢复处理。

[0086] 步骤 B 的具体方法如下：

[0087] 找到运动模糊图像的长度 L 及其运动方向 θ ；

[0088] 由于运动模糊图像的传输函数表达式具有零点,表现在频谱图上,是一系列由频率为零的暗线。

[0089] 对于运动模糊的图像,频谱图上的暗线与 x 轴正方向的夹角刚好相差 90° ,即为方向 θ ,而暗线间的间距就是图像实际运动的距离,此即为运动模糊的长度 L 。因此,可以通过 Radon 变换检测频谱图上的暗线的位置信息,从而获取到图像的运动方向 θ 与模糊的长度 L 。

[0090] 根据运动方向 θ 及模糊的长度 L 这两个参数,即可得到运动模糊的点扩散函数的空间域表达式,然后采用带约束的最小二乘法进行图像的恢复。即利用准则函数 C 直接找到一个合适的滤波器的方案,以令图像得到最佳平滑的恢复,构建该滤波器的任务就是要找到一个最新的准则函数 C :

[0091]

$$C = \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [\nabla^2 f(x,y)]^2$$

[0092] 其中, ∇^2 为拉普拉斯算子。约束的条件为

[0093]

$$\|g - H\hat{f}\|^2 = \|\eta\|^2$$

[0094] 其中, \hat{f} 是未退化图像的估计值, H 为退化函数, η 为加性噪声。

[0095] 于是,这个最佳化问题的频域解决方法由下面的表达式给出：

[0096]

$$\hat{F}(u,v) = \left[\frac{H^*(u,v)}{|H(u,v)|^2 + \gamma |P(u,v)|^2} \right] G(u,v)$$

[0097] 其中, γ 是一个参数,可以对其进行调整以满足上式的条件, $P(u,v)$ 是拉普拉斯算子在频率域的表达式。

[0098] 本发明采用初步快速定位得到的包含二维条码图像的最小矩形区域的图像如图 9 所示,经过带约束的最小二乘法的处理之后,恢复的图像如图 10 所示。从图 10 可以看出,过去模糊处理之后的图像,其可读性得到极大的提高,从而令二维条码识读设备的使用环境得到更大范围的扩展。

[0099] 本发明是对二维条码图像进行快速的去模糊处理,因此实验要是主对本发明与传统的针对整幅图像的约束最小二乘法去模糊算法的运行速度作对比。仿真平台的 CPU 为 AMD Athlon 240,内存为 2G,操作系统为 Windows 7,运行平台为 Matlab 2009b。图像的运动速度为 15 像素 / 秒,运动方向为 11° ,分别针对名片、衬衫及医保卡进行实验,将全局区

模糊处理的耗时与本发明方法的耗时进行比较,结果如图 12 所示。

[0100] 从结果看,采用本发明的去模糊处理后,还原的图像清晰度比较高,进一步扩大了二维条码识读设备的使用范围。采用提取目标图像,只针对该区域进行去模糊处理的方法,比针对整幅图像进行去模糊处理的方法,在速度上要快 2~3 倍,从而令实时处理模糊了的二维条码图像成为可能。

[0101] 由于使用手持式设备进行二维条码图像识读时,手部的震动并不会太大,造成的运动模糊也就不会太明显,同时,拍摄的时候,镜头与目标图像之间的距离会比较远,可以保证图像经过重采样与差分操作之后,能融合成一个矩形。所以,本发明在手持式设备上实现对二维条码图像的快速运动去模糊的方法,具有很强的实用性,能提高二维条码识别的效率,保证及时性和准确性。

[0102] 以上是对本发明的较佳实施进行了具体说明,但本发明创造并不限于所述实施例,熟悉本领域的技术人员在不违背本发明精神的前提下还可以作出种种的等同变形或替换,这些等同的变形或替换均包含在本申请权利要求所限定的范围内。

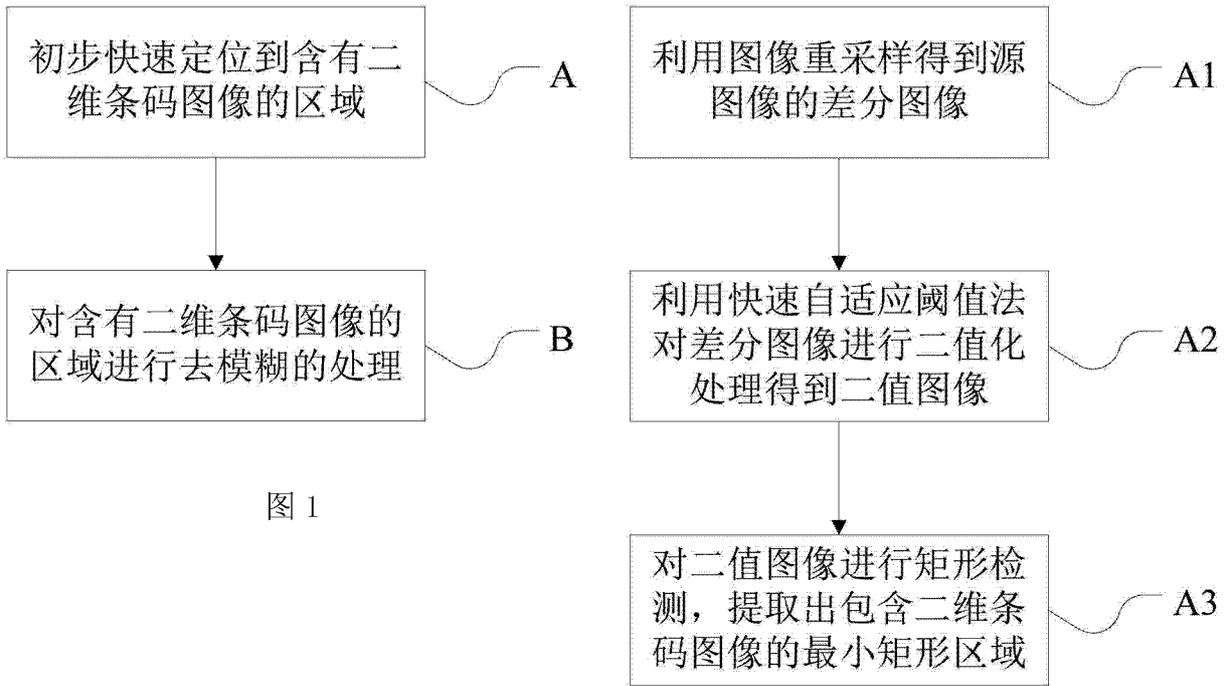


图 1

图 2

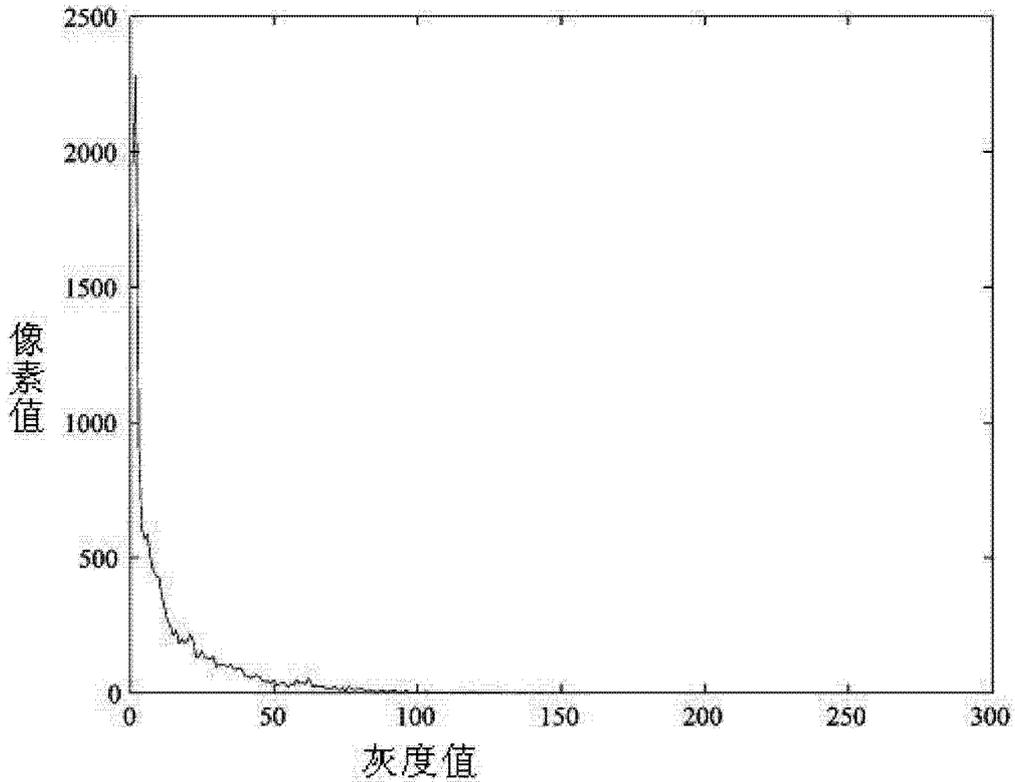


图 3

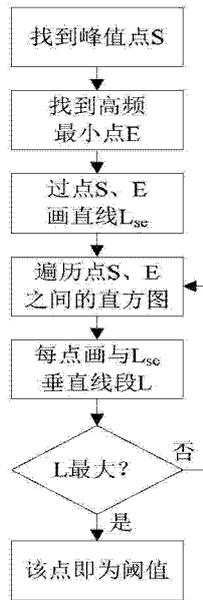


图 4

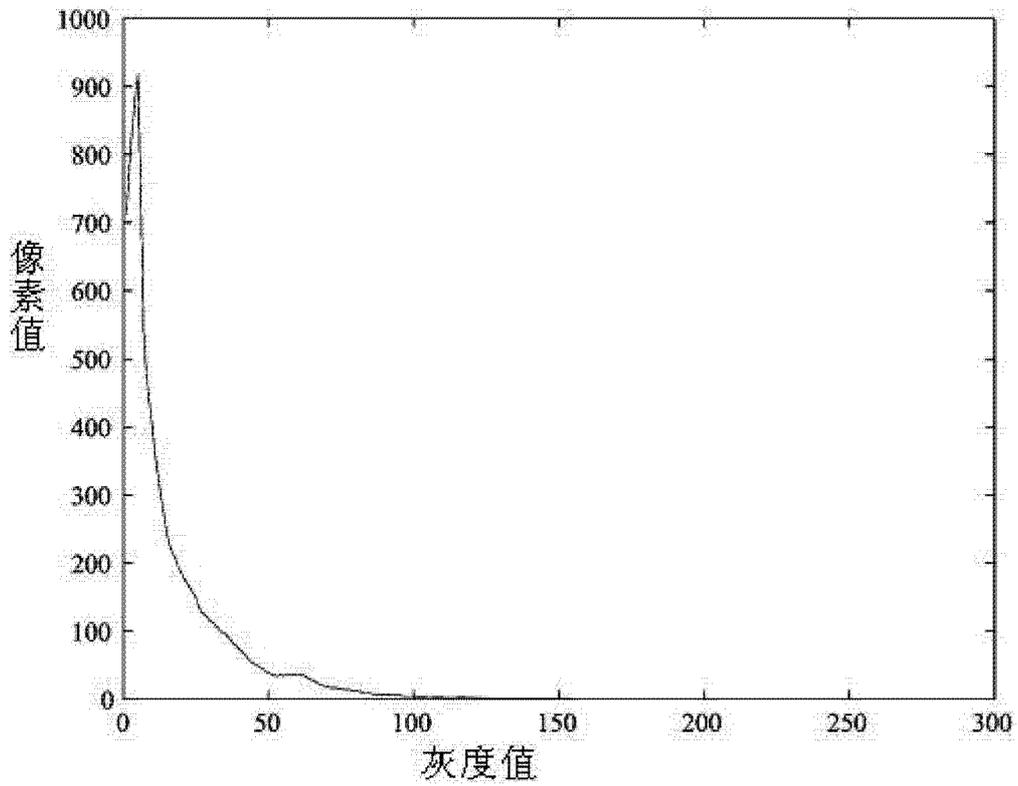


图 5

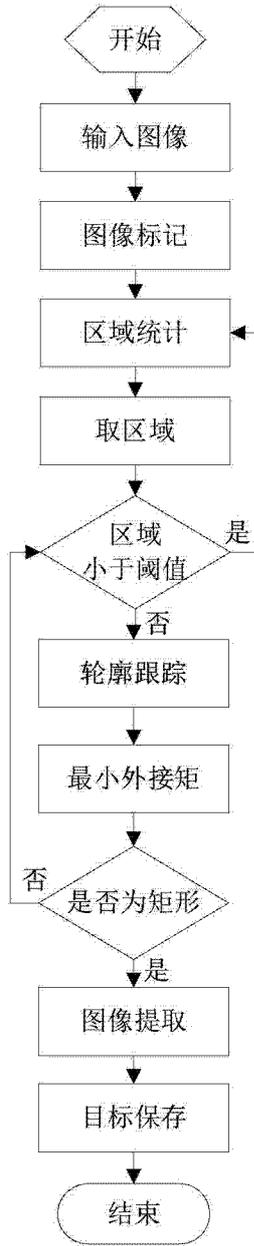


图 6

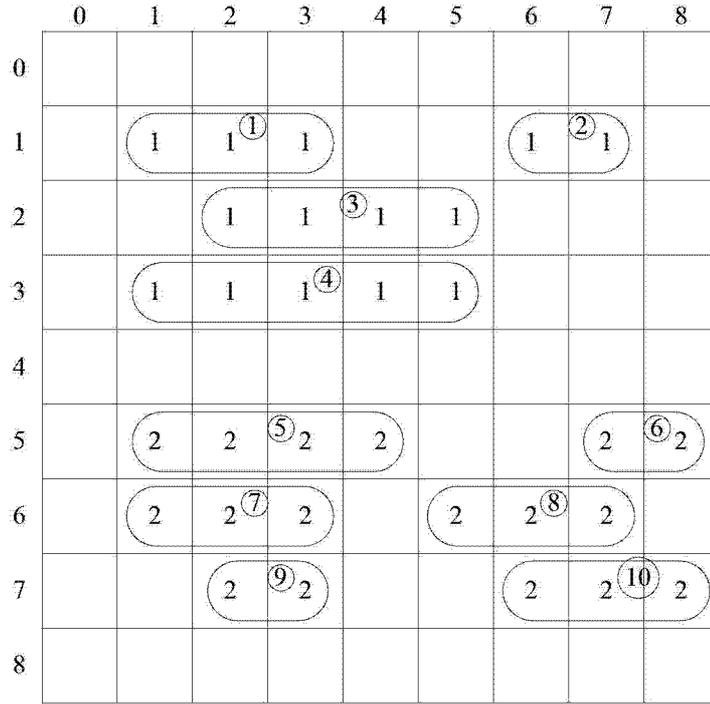


图 7

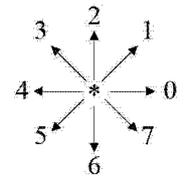


图 8

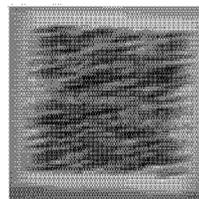


图 9

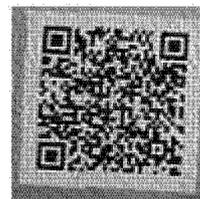


图 10

存储下标	0	1	2	3	4	5	...	N+2
存放内容	x	y	N	D_1	D_2	D_3	...	D_{N-1}

图 11

去模糊方法 图像	全局去模糊(秒)	本发明方法(秒)
名片(600×400)	2.7602	0.7673
衬衫(400×300)	1.3813	0.6134
医保卡(355×236)	1.6197	0.6148

图 12