



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106485182 A

(43)申请公布日 2017. 03. 08

(21)申请号 201610511613.0

(22)申请日 2016.06.27

(71)申请人 中国计量大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园  
学源街258号中国计量大学计量测试  
工程学院

(72)发明人 唐颖奇 罗哉 王艳 胡晓峰  
李冬

(74)专利代理机构 北京市科名专利代理事务所  
(特殊普通合伙) 11468

代理人 陈朝阳

(51) Int. Cl.

G06K 7/14(2006.01)

G05D 1/02(2006.01)

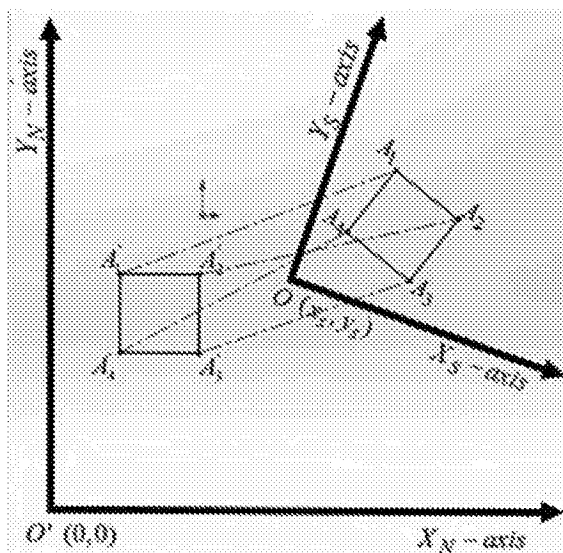
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

## (54)发明名称

一种基于仿射变换的模糊QR码复原方法

## (57)摘要

本发明公开了提供一种将传统的图像复原方法与QR码特点校准的方法结合,即利用了传统图像复原方法得到一张质量较好的图像,又利用了QR码的特点得到一张标准的QR码,更加快捷高效的为自动引导车提供准确的QR码定位图像,并且得到自动引导车运行过程中的姿态信息的基于仿射变换的模糊QR码运动模糊图像复原方法。本发明利用多分辨率处理,得到ROI图像,可以大幅度降低图像复原时间。经过校准的QR码,与标准的QR码相似度很高,可以保证识别。



1. 一种基于仿射变换的模糊QR码复原方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤(1),利用Hu不变矩原理,计算待复原的运动模糊图像中包含QR码的区域的ROI图像;步骤包括:

步骤(1.1),利用高斯图像金字塔,对运动模糊图像向下三次降采样;

步骤(1.2),检测向下降采样图像的边缘信息,计算所有边缘信息的Hu不变矩,根据Hu不变矩得到大小符合的边缘,作为QR码的边缘;

步骤(1.3),用最小矩形包含步骤(1.2)中得到的边缘,得到最小矩形的四个角点,分别乘以3,得到运动模糊图像中QR码的最小包含矩形,分割图像得到ROI图像;

步骤(2),用传统的图像复原方法对步骤(1)得到的ROI图像进行初步运动模糊复原;步骤包括:

步骤(2.1),根据自动导引车的运动方向,得到ROI图像的运动模糊方向;

步骤(2.2),根据自动导引车的运动速度,得到ROI图像的运动模糊距离;

步骤(2.3),利用消失矩的数目为4的db4小波变换,得到ROI图像的4个子频带图像,分别是原图像的低频部分LL、原图像的水平高频垂直低频部分HL、原图像的水平低频垂直高频部分LH、原图像的对角高频部分HH;根据步骤(2.1)、步骤(2.2)中得到运动模糊方向和运动模糊距离,使用维纳滤波对LL运动模糊复原,使用拉普拉斯算子对LH、HL、HH边缘保持;

步骤(2.4),利用小波逆变换,将4个子频带图像重构成复原的ROI图像;

步骤(3),利用行程编码,得到复原的ROI图像中QR码的四个角点,步骤包括:

步骤(3.1),根据灰度直方图,利用大津阈值法,将复原的ROI图像二值化;

步骤(3.2),利用中值滤波器,祛除二值化ROI图像中的椒盐噪声和振铃效应;

步骤(3.3),计算二值化ROI图像的行程编码,根据QR码的特点,计算得到二值化ROI图像中QR码的四个角点;

步骤(4),利用Homography矩阵和仿射变换原理,计算得到正放的二值化复原QR码图像,步骤包括:

步骤(4.1),根据QR码在模糊图像中的大小,得到模糊图像中QR码相较真实QR码的放大倍数,计算得到放大的四个角点;

步骤(4.2),利用步骤(3.3)中得到的QR码的四个角点和步骤(4.1)中得到的四个角点,计算得到Homography矩阵的线性解;

步骤(4.3),利用仿射变换原理,计算得到正放的复原QR码;

步骤(5),将正放的复原QR码分割为 $N*N$ 个模块,根据QR码的特点,遍历 $N*N$ 个模块,根据每个模块的特征,将当前模块赋值为黑色或者白色。

## 一种基于仿射变换的模糊QR码复原方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于图像处理领域,具体涉及一种基于QR码的AGV定位模块运动模糊复原方法。

### 背景技术

[0002] 随着工业自动化技术的发展,自动引导车(AGV)被广泛的采用,自动导引车能够按照指令的路线自动运行,不需要人为干涉,因此能够有效提高工业自动化,提高运输效率。

[0003] 现有的自动引导车导航方法主要是磁条引导、激光引导等方法,但是这些方法都有自身的局限性,近年来,随着科技的发展,也出现了一些新的定位导航技术,基于二维码定位的自动引导车导航方法,该视觉导引方法能够有效的提高自动引导车的路径设计的柔性,但是由于二维码结构比较复杂,自动导引车在运动过程中采集到的图像是模糊的,无法直接识别,需要运动模糊图像复原,常用的运动模糊图像复原算法。

[0004] 图像复原是近年来一个热点技术,它的目的是从降质的观测图像中复原出真实的图像,其数学模型可以描述为公式(1):

$$[0005] \quad g(x,y) = f(x,y) * h(x,y) + n(x,y) \quad (1);$$

[0006] 其中, $x,y$ 是图像空间坐标,图像左上角为原点, $g(x,y)$ 是降质的观测图像, $f(x,y)$ 是真实图像, $h(x,y)$ 是退化模型, $n(x,y)$ 是加性噪声。通过傅里叶变换,该模型可在频域表示为公式(2):

$$[0007] \quad G(u,v) = F(u,v)H(u,v) + N(u,v) \quad (2);$$

[0008] 其中, $u,v$ 表示离散频率坐标, $G(u,v)$ 、 $F(u,v)$ 、 $H(u,v)$ 、 $N(u,v)$ 分别是 $g(x,y)$ 、 $f(x,y)$ 、 $h(x,y)$ 、 $n(x,y)$ 的傅里叶变换, $H(u,v)$ 又称为点扩散函数(point spread function, PSF),其中PSF中最重要的两个参数分别是模糊方向和模糊距离。图像复原就是找到一个复原滤波器,得到 $f(x,y)$ 的估计 $\hat{f}(x,y)$ 。

[0009] 为了解决运动模糊复原,近年来也出现了一些图像复原方法,但是自动导引车在工作过程中是匀速直线运动的,即运动方向跟速度都是已知的,如中国专利号CN201510445795.1所公布的双迭代混合盲复原方法,其迭代算法处理时间过长,复原效果不好,没有充分利用已知的PSF的两个参数,不能保证二维码的百分之百的识别,不适合用作自动导引车的图像复原方法,如果自动导引车的速度稍快时,就会使二维码无法识别,导致不能有效的定位,影响自动导引车的调度实现,甚至会产生脱轨,造成不可避免的损失。

### 发明内容

[0010] 针对上述现有技术存在的缺陷,本发明的目的在于提供一种将传统的图像复原方法与QR码特点校准的方法结合,即利用了传统图像复原方法得到一张质量较好的图像,又利用了QR码的特点得到一张标准的QR码,更加快捷高效的为自动引导车提供准确的QR码定位图像,并且得到自动引导车运行过程中的姿态信息的基于仿射变换的模糊QR码运动模糊图像复原方法。

[0011] 为实现上述发明目的,本发明的技术方案是:一种基于仿射变换的模糊QR码复原方法,包括以下步骤:

[0012] 步骤(1),利用Hu不变矩原理,计算待复原的运动模糊图像中包含QR码的区域的ROI图像;步骤包括:

[0013] 步骤(1.1),利用高斯图像金字塔,对运动模糊图像向下三次降采样;

[0014] 步骤(1.2),检测向下降采样图像的边缘信息,计算所有边缘信息的Hu不变矩,根据Hu不变矩得到大小符合的边缘,作为QR码的边缘;

[0015] 步骤(1.3),用最小矩形包含步骤(1.2)中得到的边缘,得到最小矩形的四个角点,分别乘以3,得到运动模糊图像中QR码的最小包含矩形,分割图像得到ROI图像;

[0016] 步骤(2),用传统的图像复原方法对步骤(1)得到的ROI图像进行初步运动模糊复原;步骤包括:

[0017] 步骤(2.1),根据自动导引车的运动方向,得到ROI图像的运动模糊方向;

[0018] 步骤(2.2),根据自动导引车的运动速度,得到ROI图像的运动模糊距离;

[0019] 步骤(2.3),利用消失矩的数目为4的db4小波变换,得到ROI图像的4个子频带图像,分别是原图像的低频部分LL、原图像的水平高频垂直低频部分HL、原图像的水平低频垂直高频部分LH、原图像的对角高频部分HH;根据步骤(2.1)、步骤(2.2)中得到运动模糊方向和运动模糊距离,使用维纳滤波对LL运动模糊复原,使用拉普拉斯算子对LH、HL、HH边缘保持;

[0020] 步骤(2.4),利用小波逆变换,将4个子频带图像重构成复原的ROI图像;

[0021] 步骤(3),利用行程编码,得到复原的ROI图像中QR码的四个角点,步骤包括:

[0022] 步骤(3.1),根据灰度直方图,利用大津阈值法,将复原的ROI图像二值化;

[0023] 步骤(3.2),利用中值滤波器,祛除二值化ROI图像中的椒盐噪声和振铃效应;

[0024] 步骤(3.3),计算二值化ROI图像的行程编码,根据QR码的特点,计算得到二值化ROI图像中QR码的四个角点;

[0025] 步骤(4),利用Homography矩阵和仿射变换原理,计算得到正放的二值化复原QR码图像,步骤包括:

[0026] 步骤(4.1),根据QR码在模糊图像中的大小,得到模糊图像中QR码相较真实QR码的放大倍数,计算得到放大的四个角点;

[0027] 步骤(4.2),利用步骤(3.3)中得到的QR码的四个角点和步骤(4.1)中得到的四个角点,计算得到Homography矩阵的线性解;

[0028] 步骤(4.3),利用仿射变换原理,计算得到正放的复原QR码;

[0029] 步骤(5),将正放的复原QR码分割为 $N*N$ 个模块,根据QR码的特点,遍历 $N*N$ 个模块,根据每个模块的特征,将当前模块赋值为黑色或者白色。

[0030] 本发明的有益效果是:

[0031] 本发明与现有技术相比的有益效果在于:

[0032] 1、本发明利用多分辨率处理,得到ROI图像,可以大幅度降低图像复原时间。

[0033] 2、本发明利用小波变换,可以提高图像复原的鲁棒性,提高图像复原效果。

[0034] 3、经过校准的QR码,与标准的QR码相似度很高,可以保证识别。

[0035] 4、算法简单,易于实现,实时性强。

[0036] 5、本发明尤其适用于使用QR码做定位模块的自动导引车工作过程中的运动模糊图像复原。

[0037] 术语解释：

[0038] QR码是二维条码的一种，QR来自英文“Quick Response”的缩写，即快速反应的意思，源自发明者希望QR码可让其内容快速被解码。QR码比普通条码可储存更多资料，亦无需像普通条码般在扫描时需直线对准扫描器。QR码能够快速读取，与之前的条形码相比，QR码能存储更丰富的信息，包括对文字、URL地址和其他类型的数据加密。

[0039] ROI,为region of interest缩写,是指样本确定用于特定用途的数据集内的选定子集。一个ROI的概念在许多应用领域是常用的，在图像处理领域就是给定图像的某个用于特定用途的区域内的数据。

### 附图说明

[0040] 当结合附图考虑时,通过参照下面的详细描述,能够更完整更好地理解本发明以及容易得知其中许多伴随的优点,但此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定,其中:

[0041] 图1是实施例步骤(1)中三次高斯金字塔向下降采样图像;

[0042] 图2是实施例步骤(1)中根据Hu不变矩得到的符合要求的轮廓;

[0043] 图3是实施例步骤(1)中分割得到的ROI图像;

[0044] 图4是实施例步骤(2)中运动模糊复原ROI图像;

[0045] 图5是实施例步骤(4)中仿射变换示意图;

[0046] 图6是实施例步骤(4)中的正放的复原QR码;

[0047] 图7是实施例步骤(5)中根据QR码的特征分割成的模块图;

[0048] 图8是实施例步骤(5)中对模糊图像的复原结果。

### 具体实施方式

[0049] 下面将结合附图对本发明,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0050] 本发明包含五个步骤,具体实现方法如下:

[0051] 步骤(1)、利用Hu不变矩原理,计算待复原的运动模糊图像中包含QR码的区域的ROI(region of interest)图像。具体实现方法如下:

[0052] 步骤(1.1)利用高斯图像金字塔,对运动模糊图像向下三次采样,向下降采样的结果如图1所示,高斯金字塔向下降采样公式(1)为:

$$[0053] \quad G_{n+1}(x, y) = \sum_{a=-2}^2 \sum_{b=-2}^2 W(a, b) G_n(2x-a, 2y-b) \quad (2);$$

[0054] 其中 $x, y$ 是图像空间坐标,图像左上角为原点 $(0, 0)$ ,  $G_{n+1}(x, y)$ 为第 $n+1$ 级降采样图像,  $G_n(x, y)$ 为第 $n$ 级降采样图像,  $W(a, b) = W(a) * W(b)$ 是长度为5的高斯卷积核,  $W(a)$ 为 $x=a$ 点处高斯卷积核的值,  $W(b)$ 为 $x=b$ 点出高斯卷积核的值。

[0055] 步骤(1.2)使用Canny算子检测向下降采样图像的边缘信息,计算所有边缘的Hu不变矩, Hu不变矩的公式(4)如下:

$$[0056] \quad m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x, y) dx dy \quad (3)$$

[0057] 其中  $p=0, 1, 2, \dots, q=0, 1, 2, \dots, m_{00}$  为几何矩的面积。

[0058] 计算Canny算子边缘检测得到的所有边缘的面积,得到其中符合要求的边缘,当做是QR码的边缘,QR码的边缘如图2所示。

[0059] 步骤(1.3)用最小矩形包含步骤(1.2)中得到的边缘,得到最小矩形的四个角点,分别乘以3,得到运动模糊图像中QR码的最小包含矩形,分割图像得到ROI图像如图3所示。

[0060] 步骤(2),用传统的图像复原方法对ROI图像进行初步运动模糊复原。具体实现过程如下:

[0061] 步骤(2.1),自动导引车始终沿着y方向运动,所以ROI图像的运动模糊方向为 $90^\circ$ 。

[0062] 步骤(2.2),自动导引车的运动速度为v,工业摄像机的曝光时间为t,所以ROI图像的模糊距离为vt。

[0063] 步骤(2.3),使用消失矩的数目为4的“db4”小波,尺度系数为:

[0064]  $\{0.325803, 1.010946, 0.892200, -0.039575, -0.264507, 0.043616, 0.023252, -0.014987\}$

[0065] 小波变换由公式(5)和(6)给出:

$$[0066] \quad W_{\varphi}(j_0, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \varphi_{j_0, m, n}(x, y) \quad (4);$$

$$[0067] \quad W_{\psi}^i(j_0, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \psi_{j_0, m, n}^i(x, y) \quad i = \{H, V, D\} \quad (5);$$

[0068] 其中  $W_{\varphi}(j_0, m, n)$ 、 $W_{\psi}^H(j_0, m, n)$ 、 $W_{\psi}^V(j_0, m, n)$ 、 $W_{\psi}^D(j_0, m, n)$  分别是原图像的第  $j_0$  级四个子频段中  $x=m$  和  $y=n$  低频部分(LL)的值、水平高频垂直低频部分(HL)的值、水平低频垂直高频部分(LH)的值、对角高频部分(HH)的值, H、V、D 分别用来标识三个高频子频段。M和N为图像分辨率的宽和高,

[0069]  $\varphi_{j_0, m, n}(x, y)$  为第  $j_0$  级尺度函数和  $\psi_{j_0, m, n}^i(x, y)$  第  $j_0$  级小波函数在  $x=m, y=n$  处的值,其计算过程如下所示:

$$[0070] \quad \varphi_{j_0, m, n}(x, y) = \varphi_{j_0, m}(x) \varphi_{j_0, n}(y) \quad (6);$$

$$[0071] \quad \psi_{j_0, m, n}^i(x, y) = \psi_{j_0, m}^i(x) \psi_{j_0, n}^i(y) \quad (7);$$

[0072] 将  $x, y$  用  $t$  表示,其中  $\varphi(t) = \sum_0^n h(n) \sqrt{2} \varphi(2t-n)$  为尺度函数,  $\psi(t) = \sum_0^n (-1)^n h(n) \sqrt{2} \varphi(2t-n)$

为小波函数。

[0073]  $h(n)$  为尺度系数,消失矩的数目为4的“db4”小波尺度系数为:

[0074]  $\{0.325803, 1.010946, 0.892200, -0.039575, -0.264507, 0.043616, 0.023252, -0.014987\}$

[0075] 对LL子频段使用维纳滤波复原,维纳滤波由下式给出:

$$[0076] \quad F(u, v) = \left[ \frac{H^*(u, v)}{|H(u, v)|^2 + K} \right] G(u, v) \quad (8)$$

[0077] 其中  $\hat{F}(u, v)$  是  $\hat{f}(x, y)$  的傅里叶变换,  $H^*(u, v)$  是  $h(x, y)$  傅里叶变换的共轭矩阵,  $K$  为特殊常数, 通常取小于 1。

[0078] 对 HL、LH、HH 子频段分别使用拉普拉斯算子边缘保持, 拉普拉斯算子如下所示:

$$[0079] \quad p(x, y) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (9)$$

[0080] 根据处理后的 LL、HL、LH、HH 子频段, 重建图像, 如图 4 所示。

[0081] 步骤 (3), 利用行程编码, 得到复原的 ROI 图像中 QR 码的四个角点。具体实现过程为:

[0082] 步骤 (3.1), 根据灰度直方图, 利用大津阈值法, 将复原的 ROI 图像二值化。

[0083] 步骤 (3.2), 利用中值滤波器, 祛除二值化 ROI 图像中的椒盐噪声和振铃效应。

[0084] 步骤 (3.3), 计算二值化 ROI 图像的行程编码, 根据 QR 码的特点, 计算得到二值化 ROI 图像中 QR 码的四个角点, 如图 5 中  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$ , 其中  $X_s$ -axis、 $Y_s$ -axis 为二值化 ROI 图像的坐标系, 坐标原点为  $O(x_s, y_s)$ 。

[0085] 步骤 (4), 利用 Homography 矩阵和仿射变换原理, 计算得到正放的二值化复原 QR 码图像。其中仿射变换的如图 5 所示, 其中  $X_N$ -axis、 $Y_N$ -axis 为变换后的坐标系, 坐标原点为  $O'(0, 0)$ ,  $A'_1$ 、 $A'_2$ 、 $A'_3$ 、 $A'_4$  为变换后的 QR 码的四个角点。

[0086] 步骤 (4.1), 根据 QR 码在模糊图像中的大小, 得到模糊图像中 QR 码相较真实 QR 码的放大倍数, 计算得到放大的四个角点;

[0087] 步骤 (4.2), 利用步骤 (3.3) 中得到的 QR 码的四个角点和步骤 (4.1) 中得到的四个角点, 计算得到 Homography 矩阵的线性解;

[0088] 步骤 (4.3), 利用仿射变换原理, 计算得到正放的复原 QR 码;

[0089] 仿射变换由下式给出:

$$[0090] \quad \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ 1 \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{00} & h_{01} & h_{02} \\ h_{10} & h_{11} & h_{12} \\ h_{20} & h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

[0091] 其中  $H$  为 Homography 单应矩阵, 已知 Homography 单应矩阵是  $3 \times 3$  的可逆矩阵, 是用来计算在同一三维平面上的点在不同二维图像中的投影位置, 是一个一对一的映射, 并且  $H$  对于输入图像中的每一个点都存在正确的映射关系。计算 Homography 的线性解需要 4 对不共线的点。4 对不共线的点由步骤 (3.3) 以及步骤 (4.1) 给出。

[0092] 依据仿射变换原理, 计算得到正放的复原 QR 码如图 6 所示。

[0093] 步骤 (5), 将正放的复原 QR 码分割为  $N \times N$  个模块, 本实施例选用的类型 1 的 QR 码, 为  $21 \times 21$  个模块, 如图 7 所示。遍历 QR 码的每个模块, 计算每个模块内所有点的平均灰度, 若平均灰度大于 150 则认为此模块为白色, 否则为黑色。得到如图 8 所示的模糊 QR 码复原结果。可见其相较于其他复原算法, 得到是一张接近于标准的 QR 码。

[0094] 所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例, 而不是全部的实施例。基于本发明

中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。



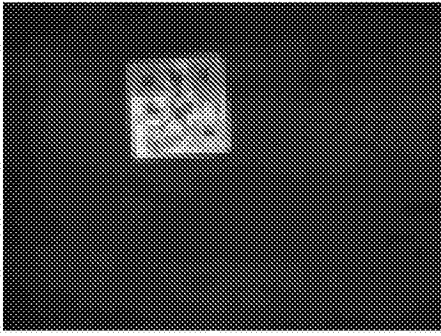


图1

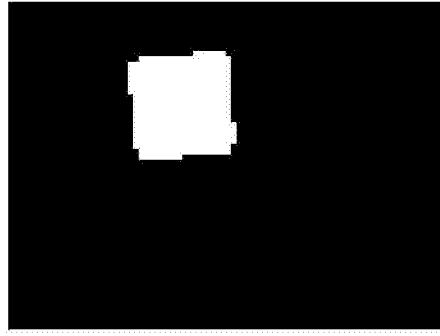


图2

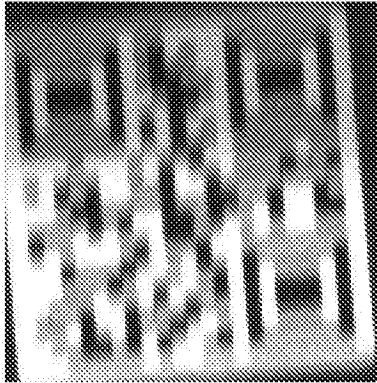


图3

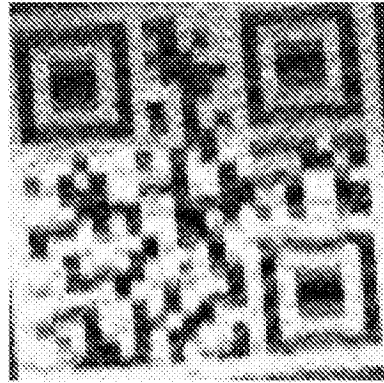


图4

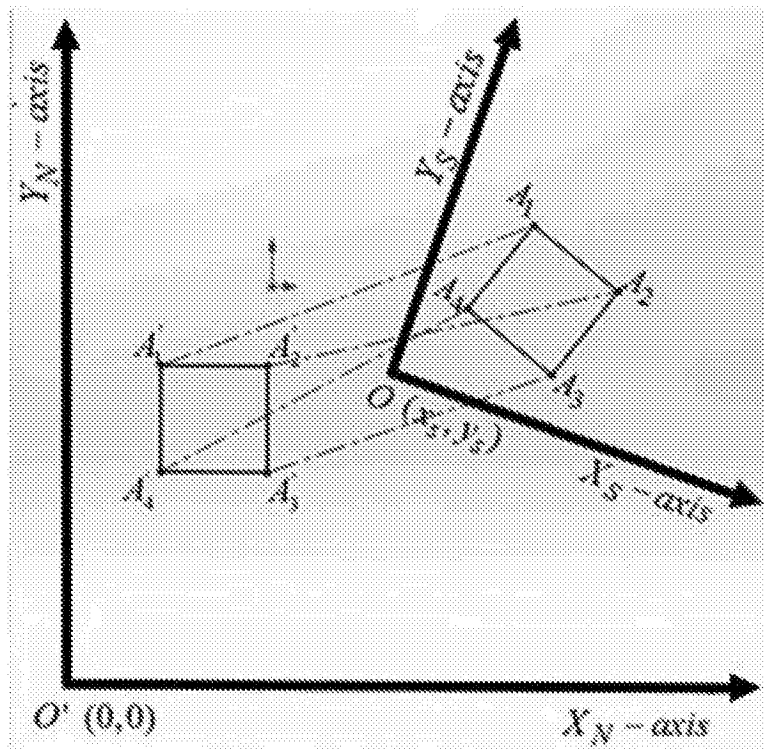


图5

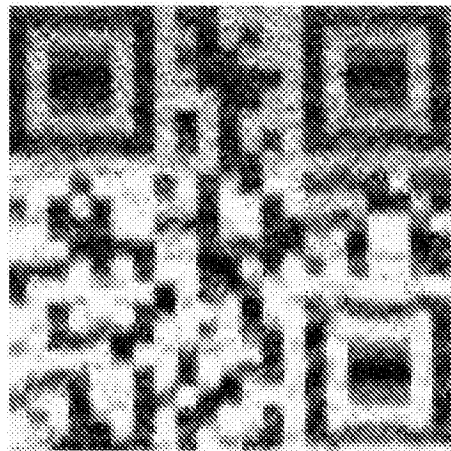


图6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147
148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189
190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231
232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252
253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273
274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294
295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315
316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357
358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378
379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399
400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441

图7

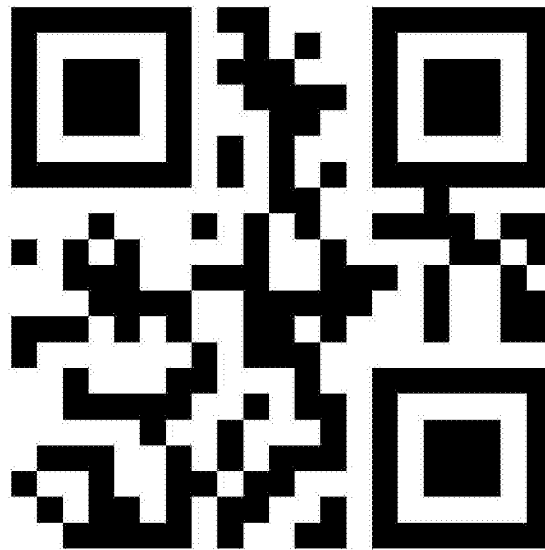


图8