

一种矩阵式二维码的解码方法

技术领域

本发明涉及二维码，尤其涉及一种矩阵式二维码的解码方法。

背景技术

传统的书籍、报纸等主要靠眼睛来阅读，这种获取信息的方式比较枯燥，时间长了眼睛容易疲劳。而且，盲人或者患有眼疾的人，无法阅读这种传统出版物。为此，近年来出现了语音阅读出版物，如专利号为 ZL200610156879.4 的中国发明专利，针对 MPR (multimedia print reader) 出版物，利用二维码语音阅读装置，可以对语音阅读出版物中的内容进行解码，供读者在阅读的同时还可接收音视频内容，提高了阅读或记忆的效率，更方便儿童或眼耳有残疾的人士学习。关于 MPR 二维码，请见 MPR 出版物行业标准，包括 MPR 出版物第 1 部分 (MPR 码符号规范，标准编号：CY/T 58.1-2009)、第 2 部分 (MPR 码编码规则，标准编号：CY/T 58.2-2009)、第 3 部分 (通用制作规范，标准编号：CY/T 58.3-2009)、第 4 部分 (MPR 码印制质量要求及检验方法，标准编号：CY/T 58.4-2009) 和第 5 部分 (基本管理规范，标准编号：CY/T 58.5-2009)。

前述中国发明专利中的语音阅读出版物中印刷有码图阵列，码图阵列中的码图符号为矩形，所述码图符号中的条码单元为等间距排列的实心点，位于码图四角的单元是用于边界定位与识别的定位点，其余的单元是数据点，所述定位点的面积大于数据点的面积。所述码图符号在基底上重复排列，无缝拼接为码图阵列，码图阵列包括至少二个相同的码图符号，并且相邻码图共用定位点；所述数据点单元全部在由相邻的所述定位点单元的中心连接而成的矩形框之内。其解码方法是：首先筛选出定位点；再对定位点单元作矩形匹配，选定一个单独的码图符号后，进行数据点分组，重构数据点矩阵。具体包括如下步骤：

- 1) 使用识读设备读取码图，获得灰度码图图像；
- 2) 对所述灰度码图图像作二值化处理，得到二值化图像；
- 3) 对二值化图像进行数据分析，检测出每一个点的边缘，得到边缘图像；
- 4) 对边缘图像进行数据分析，跟踪其中的闭合边界，舍弃其中的所有非闭合边界，得到闭合边界图像；
- 5) 对闭合边界图像做数据分析，计算每一个闭合边界内的面积，筛选出定位点单元；
- 6) 对定位点单元作矩形匹配，选定一个单独的码图

符号的图像；7) 对该码图符号的图像中的数据点分组；8) 重构数据点矩阵；9) 码字还原。

该发明的解码方法因需要筛选出至少包含四个定位点的完整单元码图做矩形匹配，故需要获取的码图面积比较大。图 1 显示了本发明和现有技术在最差情况下所需获取的码图最小面积，外面较大的矩形是现有技术所需获取的码图最小面积，即 6 倍于单元码图的面积，而其内部虚线框内的较小矩形是本发明所需获取的码图最小面积，即 2 倍于单元码图的面积。

发明内容

本发明为解决现有技术的识读设备必须读取较大的码图面积引起的不便，提供一种识读设备读取码图面积较小即可解码的解码方法。

本发明的技术方案是：一种矩阵式二维码的解码方法，被解码的矩阵式二维码图像是以多个相同的单元码图组合而成的矩阵式二维码符号联结码阵；扫描获取的图像无需包含单个完整的单元码图，其解码过程为：获取一幅待解码的矩阵式二维码符号联结码阵的二值化图像，定位各码点及定位点在其所属单元码图中的位置，以此还原一个完整的单元码图，然后解码。

优选的，所述定位各码点及定位点在其所属单元码图中的位置是指对各码点及定位点赋坐标值，该坐标值所确定的各码点及定位点与所扫描获取的图像中各码点及定位点具有相同的相对位置关系。

进一步优选的，对各码点及定位点赋坐标值包括如下步骤：

分别确定各码点所处行线和列线的方向，称为行方向和列方向；

分别确定行方向和列方向的点间距；

以行方向上的点间距以及该方向上的投影波形标定各码点及定位点的行坐标，以列方向上的点间距以及该方向上的投影波形标定各码点定位点的列坐标。

或者对各码点及定位点赋坐标值包括如下步骤：

在图像中确定行方向和列方向；

根据所述行方向和列方向，分别画一组行平行线和一组列平行线，形成网格，行平行线和列平行线之间的距离分别为码图中列线和行线方向上的点间距；

计算该网格中各交叉点的坐标，以此对图像中各码点赋坐标值。

再优选的，所述行方向和列方向的确定包括如下步骤：

A1.对二值化图像进行识别，以确定各码点及定位点的重心；

A2.将所获取的图像中各码点的重心向任一直线L投影，计算各投影点的个数及所有投影点个数的平均值，并计算均方差 σ_0 ；

A3.将所获取的图像旋转一预定的角度 θ ，按照步骤A1的方法计算均方差 σ_1 ；

A4.将所获取的图像再次旋转一预定的角度 θ ，按照步骤A1的方法计算均方差 σ_2 ，依次类推，直到旋转角度累计达到 180° ，计算出最后一个均方差 σ_n ；

A5.均方差 σ_0 至 σ_n 中最大值对应的图像状态下落在L线上投影点的个数最多的位置画垂直于L的线，即为行方向；

A6.将所述行方向对应的图像状态旋转 $\pm(90^\circ \pm 21^\circ)$ ，并在此范围内取均方差的最大值，该最大值对应的图像状态下落在L线上投影点的个数最多的位置画垂直于L的线，即为列方向。

再优选的，所述点间距通过自相关法求离散信号周期的方法确定，具体如下：

B1.沿行方向平移所述步骤A5中均方差的最大值对应的图像状态下各码点m个像素，根据平移前后各码点的重心的投影值计算自相关系数Z1；平移所获取的图像中各码点m+1个像素，根据平移前后各码点的重心的投影值计算自相关系数Z2，平移所获取的图像中各码点m+2个像素，根据平移前后各码点的重心的投影值计算自相关系数Z3，依此类推，直到平移所获取的图像中各码点m+n个像素，并计算出自相关系数Zn+1；

B2.取Z1至Zn+1中的最大值，该最大值对应的码点的平移量即为行方向上的点间距e；

B3.同理，沿列方向平移所述步骤A6中均方差的最大值对应的图像状态下各码点n'次，并计算出最大自相关系数，可得列方向上的点间距f；

其中，e和f均是像素数， $m \geq 1$ ，m为自然数， $m+n \approx e$ ， $m+n' \approx f$ ，m+n和m+n'分别为预估点间距对应的像素数。

再优选的，所述图像旋转是以图像的中心点为旋转中心。

所述行平行线和列平行线通过如下步骤确定：

C1.沿行方向分别在 $a \cdot e \pm P$ 的区域内计算码点的重心投影的峰值，并通过各区域内的峰值画列平行线；

C2.沿列方向分别在 $a \cdot f \pm P$ 的区域内计算码点的重心投影的峰值，并通过各区域内的峰值画行平行线；

其中，P是自然数，且不大于e、f中较小者，a是自然数。

所述还原二维码的方法如下：

以定位点为参照，根据所述二维码的码结构特点对各码点进行标记，并根据各码点的标记还原一个完整的单元二维码。

再优选的，所述还原二维码的方法如下：

以定位点为参照，将其右侧或左侧各码点顺序标记为 0，1，2 至 9，并以此顺序循环标记；将其左侧或右侧各码点顺序标记为 9，8，7，至 0，并以此顺序循环标记；将其上侧或下侧各码点顺序标记为 0，1，2 至 9，并以此顺序循环标记；将其下侧或上侧各码点顺序标记为 9，8，7，并以此顺序循环标记；

根据以上标记还原一个完整的单元二维码。

本发明的有益效果是：

通过定位各码点在其所属单元码图中的位置，以此还原至少一个完整的单元码图，从而解码的方法，使得本发明在码图旋转最为严重的情况下解码，也仅需两倍单元码图的面积即可，而现有技术的解码方法则至少需要六倍单元码图的面积才行。这是因为，本发明的解码方法无需识读设备读取完整的单元码图，只要获取的码图图像最终能够组合出一个完整的单元码图即可完成解码，哪怕所获取的图像是属于不同单元码图的片断也没有关系，同时图像有一定的倾斜也没有影响。而现有技术的解码方法必须是识读设备读取的码图图像中直接包含至少一个完整的码图，所以必须获取较大的面积才能解码。故利用本发明的解码方法就为码图的印刷和识读设备的制造提供了很大的方便，即码图无需印刷的很大，识读设备也可以做得更小，从而方便携带、使用和降低成本。此外，本发明在码图图像倾斜的情况也能够适用，且运算量比现有技术小，节约了资源。

附图说明

图 1 是本发明和现有技术在最差情况下所需获取的码图最小面积（外面较大的矩形是现有技术所需获取的码图最小面积，即 6 倍于单元码图的面积，而其内部虚线框内的较小矩形是本发明所需获取的码图最小面积，即 2 倍于单元码图的面积）。

图 2 是一个实施例所获取的码图图像示意图（其相对于图 1 产生了一定的倾斜和旋转）。

图 3 是图 2 的图像做了增强处理后的示意图。

图 4 是图 3 的图像做二值化处理后的放大示意图。

图 5 是图 4 的图像进行识别后的放大示意图。

图 6 是图 4 的图像旋转 53° 时进行投影的示意图（图中虚线位置的四个三角形面积表示，图像旋转至此角度时，其四个角在做运算时被裁掉了）。

图 7 是图 4 的图像旋转 90° 时进行投影的示意图。

图 8 是图 4 的图像旋转 124° 时进行投影的示意图（图中虚线位置的四个三角形面积表示，图像旋转至此角度时，其四个角在做运算时被裁掉了）。

图 9 是图 4 的图像旋转 179° 时进行投影的示意图。

图 10 是图 4 的图像在旋转 0° 至旋转 180° 范围内的投影值示意图（四个峰值分别对应 53° 、 90° 、 124° 、 179° ）。

图 11 是图 2 的实施例构建出的网格的示意图。

图 12 是所还原的单元码图的示意图。

具体实施方式

为方便理解，首先对比现有技术和本发明的解码方法做一说明，以 MPR 二维码（矩阵式二维码中的一种）的解码为例，结合具体实施例并对照附图对本发明的方法做进一步详细的说明如下：

如图 1，现有技术的解码方法，必须识读出包含了 4 个定位点的完整的单元码图（所谓单元码图，即相当于 MPR 二维码中的码符号），才能做矩形匹配，进而解码，也即是说，现有技术的解码方法，不但需要读出 A、B、C、D 所示的码图的四个部分，而且需要是同一个单元码图的这四个部分，四个部分的排列顺序要完全正确才行。而本发明的方法，只需要读出 A、B、C、D 所示的码图的四个部分即可还原单元码图，对排列顺序没有要求，对是否是同一单元码图的四个部分也无要求。

该实施例的码图中包含多个 MPR 二维码的码符号，所述多个 MPR 二维码的码符号无缝拼接排列在一起，相邻符号的定位点（MPR 码符号中标记起止位置的条。定位点的形状为圆形或正多边形。）共用，组成大面积的平铺排列，其排列称为符号联结。MPR 码的符号联结图（也即印刷在 MPR 读物中的码图）示例如图 2 所示。在其它矩阵式二维码中，所述定位点可能用定位线等代替，也是由多个无缝拼接的单元码图构成，均可实现相同的作用并通过以下的方法解码。故，本发明中所述的定位点也包括定位线等带有定位信息的模块。

如图 3 所示，是一个实施例所获取的码图图像示意图。因为识读时操作以及识读设备本身精度等的原因，获取的码图图像相对于图 2 产生了一定的倾斜和旋转。

对所获取的图像做增强处理后的示意图如图 4 所示，然后做二值化处理，成为如

图 5 所示的示意图。

接着，在图 5 基础上进行码点（MPR 码符号中表示有效数据信息的条。码点的形状为圆形或正多边形。）识别，确定并标记各码点及定位点的重心如图 6 所示。该码点及定位点的重心作为后续处理步骤之用。

该解码方法主要包括以下几个步骤：对获取的图像做二值化处理后，定位各码点及定位点在其所属单元码图中的位置，以此还原至少一个完整的单元码图，然后解码。

本实施例中，定位各码点及定位点在其所属单元码图中的位置包括如下步骤：

分别确定各码点所处行线和列线的方向，称为行方向和列方向；分别确定行方向和列方向的点间距；以行方向和该方向上的点间距标定各码点的行坐标，以列方向和该方向上的点间距标定各码点及定位点的列坐标。

定位各码点及定位点在其所属单元码图中的位置也可以采用如下步骤：

对二值化处理后的图像进一步进行识别，以确定各码点及定位点的重心；在图像中确定行方向和列方向；分别沿行方向和列方向画一组行平行线和一组列平行线，形成网格，行平行线和列平行线之间的距离分别为码图中行线和列线方向上的点间距，点间距即相邻码点的重心之间的间距；计算该网格中各交叉点的坐标，以此对图像中各码点及定位点的重心赋坐标值，该坐标值即代表码点及定位点在其所属单元码图中的位置。

其中，所述行方向和列方向的确定优选采用如下方法：

将图 6 的图像中各码点向 X 轴向投影，计算各投影点的投影个数及所有投影点投影个数的平均值，然后计算各投影点投影个数的均方差 σ_0 ；将所获取的图像旋转一预定的角度 θ ，按照前述相同的方法计算均方差 σ_1 ；将所获取的图像再次旋转一预定的角度 θ ，按照前述相同的方法计算均方差 σ_2 ，依次类推，直到旋转角度累积达到 180° ，计算出最后一个均方差 σ_n ；取 σ_0 至 σ_n 中最大值对应的图像状态，并标记该图像状态下投影点的投影个数最多且垂直于 X 轴的线的所在方向为行方向。

其中，图像旋转时优选以图像的中心为旋转中心，此时图像旋转扫过的面积最小，运算量也最小，但以其它点为旋转中心也一样能够实现发明的目的。

如图 6-9，是该实施例中图像旋转 53° 、 90° 、 124° 和 179° 时进行投影的示意图。

确定列方向的原理与确定行方向的原理相同，只是在投影并计算均方差之前，需

将所述行线对应的图像状态旋转 $90^\circ \pm 21^\circ$ ，并在此范围（即相对行线对应的图像状态转过 $69^\circ \sim 111^\circ$ ）内取均方差的最大值，该最大值对应的图像状态下落在 L 线上投影点的个数最多的位置画垂直于 L 的线所在的方向即为列方向。

所述点间距的计算优选采用如下方法：

沿行线方向将前述 σ_0 至 σ_n 中最大值对应的图像状态下各码点平移 m 个像素，根据平移前后各码点的投影值计算自相关系数 Z_1 ；平移所获取的图像中各码点 $m+1$ 个像素，根据平移前后各码点的投影值计算自相关系数 Z_2 ，平移所获取的图像中各码点 $m+2$ 个像素，根据平移前后各码点的投影值计算自相关系数 Z_3 ，依此类推，直到计算出自相关系数 Z_{n+1} ；取 Z_1 至 Z_{n+1} 中的最大值，该最大值对应的平移量即为行方向上的点间距 e ；

同样道理，将转过 $69^\circ \sim 111^\circ$ 范围内均方差的最大值对应的状态图沿列线方向平移 n' 次，并计算出最大自相关系数，可得列方向上的点间距 f ；

其中， e 和 f 均是像素数， $m \geq 1$ ， m 为自然数， $m+n \approx e$ ， $m+n' \approx f$ ， $m+n$ 和 $m+n'$ 分别为预估点间距对应的像素数。

所述行平行线和列平行线优选通过如下方法确定：

沿行方向分别在 $a \cdot e \pm P$ 的区域内计算码点的重心投影的峰值，并通过各区域内的峰值画列平行线；

沿列方向分别在 $b \cdot f \pm P$ 的区域内计算码点的重心投影的峰值，并通过各区域内的峰值画行平行线；

其中， P 是自然数，且不大于 e 、 f 中较小者， a 是自然数。

由前述的行平行线和列平行线一起构建出网格，如图 11 所示。构建网格的方法是分别延长行平行线和列平行线，相互交叉，形成网格。

对图像中各码点及定位点赋值的方法如下：

以图像的中心点为参照点，计算网格中各交叉点的坐标值，将所获取图像中的各码点的坐标取值为与其距离最近的网格中的交叉点的坐标值。所述定位点的坐标值根据与其相邻的四个码点的坐标值确定。所述参照点也可以不是图像的中心点，而可以选择图像上的任意点，甚至图像以为的点也可作为参照点。

所述还原二维码的方法如下（如果是其它的矩阵式二维码，则只需按照该矩阵式二维码的编码规则进行还原即可）：

定位点的模块尺寸应为码点模块尺寸的 2 倍。在对码点进行重心识别以及定位各

码点在其所属单元码图中的位置时，也同时对定位点进行重心识别和定位，并标记定位点的面积信息（比如记录其面积信息），以便后续还原二维码时提取定位点作为参照。具体的定位方法是：重心投影坐标既不落在行线上也不落在列线上，且该重心对应的码图图像中模块尺寸比落在行线和列线上的模块尺寸大 2 倍或 2 倍以上。

以定位点为参照，将其右侧各码点以此顺序标记为 0, 1, 2 至 9，并以此顺序循环标记；将其左侧各码点以此顺序标记为 9, 8, 7, 至 0，并以此顺序循环标记；将其上侧各码点以此顺序标记为 0, 1, 2 至 9，并以此顺序循环标记；将其下侧各码点以此顺序标记为 9, 8, 7, 至 0，并以此顺序循环标记；根据以上标记还原一个完整的单元二维码，如图 12 所示，图中“+”字表示定位点，圆圈表示码点。

本实施例中，定位点具有如下特征：

- 1) 重心坐标位于行列的中间；
- 2) 面积大于码点平均面积的两倍；
- 3) 上下左右相邻的四个行列线交叉位置没有码点。

在确定码点行列坐标值或对码点赋坐标值时，同时对定位点进行标记，以供后续做参照使用。

以上内容是结合具体实施实施例对本发明所作的进一步详细说明，不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干简单推演或替换，都应当视为属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种矩阵式二维码的解码方法，其特征在于：被解码的矩阵式二维码图像是以多个相同的单元码图组合而成的矩阵式二维码符号联结码阵；扫描获取的图像无需包含单个完整的单元码图，其解码过程为：获取一幅待解码的矩阵式二维码符号联结码阵的二值化图像，定位各码点及定位点在其所属单元码图中的位置，以此还原一个完整的单元码图，然后解码。

2、如权利要求1所述的矩阵式二维码的解码方法，其特征在于，所述定位各码点及定位点在其所属单元码图中的位置是指对各码点及定位点赋坐标值，该坐标值所确定的各码点及定位点与所扫描获取的图像中各码点及定位点具有相同的相对位置关系。

3、如权利要求2所述的矩阵式二维码的解码方法，其特征在于对各码点及定位点赋坐标值包括如下步骤：

分别确定各码点所处行线和列线的方向，称为行方向和列方向；

分别确定行方向和列方向的点间距；

以行方向上的点间距以及该方向上的投影波形标定各码点及定位点的行坐标，以列方向上的点间距以及该方向上的投影波形标定各码点及定位点的列坐标。

4、如权利要求2所述的矩阵式二维码的解码方法，其特征在于对各码点及定位点赋坐标值包括如下步骤：

在图像中确定行方向和列方向；

根据所述行方向和列方向，分别画一组行平行线和一组列平行线，形成网格，行平行线和列平行线之间的距离分别为码图中列线和行线方向上的点间距；

计算该网格中各交叉点的坐标，以此对图像中各码点及定位点赋坐标值。

5、如权利要求3或4所述的矩阵式二维码的解码方法，其特征在于所述行方向和列方向的确定包括如下步骤：

A1.对二值化图像进行识别，以确定各码点及定位点的重心；

A2.将所获取的图像中各码点的重心向任一直线L投影，计算各投影点的个数及所有投影点个数的平均值，并计算均方差 σ_0 ；

A3.将所获取的图像旋转一预定的角度 θ ，按照步骤A1的方法计算均方差 σ_1 ；

A4.将所获取的图像再次旋转一预定的角度 θ ，按照步骤A1的方法计算均方差 σ_2 ，依次类推，直到旋转角度累计达到 180° ，计算出最后一个均方差 σ_n ；

A5.均方差 σ_0 至 σ_n 中最大值对应的图像状态下落在L线上投影点的个数最多的位置画垂直于L的线，即为行方向；

A6.将所述行方向对应的图像状态旋转 $\pm(90^\circ \pm 21^\circ)$ ，并在此范围内取均方差

的最大值，该最大值对应的图像状态下落在 L 线上投影点的个数最多的位置画垂直于 L 的线，即为列方向。

6、如权利要求 5 所述的矩阵式二维码的解码方法，其特征在于所述点间距通过自相关法求离散信号周期的方法确定，具体如下：

B1.沿行方向将所述步骤 A5 中均方差的最大值对应的图像状态下各码点平移 m 个像素，根据平移前后各码点的重心的投影值计算自相关系数 $Z1$ ；平移所获取的图像中各码点 $m+1$ 个像素，根据平移前后各码点的重心的投影值计算自相关系数 $Z2$ ，平移所获取的图像中各码点 $m+2$ 个像素，根据平移前后各码点的重心的投影值计算自相关系数 $Z3$ ，依此类推，直到平移所获取的图像中各码点 $m+n$ 个像素，并计算出自相关系数 Z_{n+1} ；

B2.取 $Z1$ 至 Z_{n+1} 中的最大值，该最大值对应的码点的平移量即为行方向上的点间距 e ；

B3.同理，沿列方向将所述步骤 A6 中均方差的最大值对应的图像状态下各码点平移 n' 次，并计算出最大自相关系数，可得列方向上的点间距 f ；

其中， e 和 f 均是像素数， $m \geq 1$ ， m 为自然数， $m+n \approx e$ ， $m+n' \approx f$ ， $m+n$ 和 $m+n'$ 分别为预估点间距对应的像素数。

7、如权利要求 5 所述的矩阵式二维码的解码方法，其特征在于：所述图像旋转是以图像的中心点为旋转中心。

8、如权利要求 4 所述的矩阵式二维码的解码方法，其特征在于所述行平行线和列平行线通过如下步骤确定：

C1.沿行方向分别在 $a \cdot e \pm P$ 的区域内计算码点的重心投影的峰值，并通过各区域内的峰值画列平行线；

C2.沿列方向分别在 $a \cdot f \pm P$ 的区域内计算码点的重心投影的峰值，并通过各区域内的峰值画行平行线；

其中， P 是自然数，且不大于 e 、 f 中较小者， a 是自然数。

9、如权利要求 1 所述的矩阵式二维码的解码方法，其特征在于所述还原一个完整的单元码图的方法如下：

以定位点为参照，根据所述二维码的码结构特点对各码点进行标记，并根据各码点的标记还原一个完整的单元二维码。

10、如权利要求 9 所述的矩阵式二维码的解码方法，其特征在于所述还原一个完整的单元码图的方法如下：

以定位点为参照，将其右侧或左侧各码点顺序标记为 0，1，2 至 9，并以此顺序循环标记；将其左侧或右侧各码点顺序标记为 9，8，7 至 0，并以此顺序循环标记；

将其上侧或下侧各码点顺序标记为 0, 1, 2 至 9, 并以此顺序循环标记; 将其下侧或上侧各码点顺序标记为 9, 8, 7 至 0, 并以此顺序循环标记;

根据以上标记还原一个完整的单元二维码。