

# 基于 DataMatrix 二维条码结构特征的图形校正<sup>①</sup>

蒋凌志

(苏州高博软件职业技术学院, 苏州 215163)

**摘要:** 条码在使用过程中出现的畸变加大了条码识别的难度, 提出了一种条码图像的畸变校正算法, 利用二维条形码的结构特征可以有效并快速确定条形码的定位符号和定位符“L”型交点, 并只需一次旋转就可形成标准的条码图形, 为识别码字的准确切割打下了基础。该方法简单、计算量少, 易于实现并且效果良好

**关键词:** DataMatrix; 二维条码; 校正

## Graphic Adjustment Based on DataMatrix Barcode Structural Features

JIANG Ling-Zhi

(Global Institute of Software Technology, Suzhou 215163, China)

**Abstract:** Bar code appears in the course of the distortion increased the difficulty of identifying bar code, This paper presents a bar code image distortion correction algorithms, using two-dimensional bar code of the structural features can be effectively and quickly determine the location bar code symbols and Locator "L"-type intersection, And only one rotation can be formed the standard bar code graphics, laying the foundation for Identification the precise cuts. The method is simple calculation, and easy to implement and to be good effect.

**Keywords:** DataMatrix; 2D; barcode; adjustment

**概述:** 条码技术已经成为当今主要的计算机自动识别技术之一, 是信息数据自动识别、输入的一种重要方法和手段, 现被广泛应用于工业、商业、交通运输、邮电及办公室自动化等各个领域。目前, 条码分为一维条码和二维条码。二维条码的密度远大于一维条码, 识别难度也相对较高。

条码在使用过程中出现的污染、缺损等因素将导致图像的缺陷; 在条码有边缘部分存在半像素问题, 导致边缘模糊; 图像在拍摄时会出现仿射变换。这些因素加大了条码识别的难度<sup>[1-3]</sup>。

### 1 二维条形码的结构

DataMatrix 是矩阵式二维条形码的一种, 见图 1, 它以一个矩形图案表示数据信息。其中黑色模块表示“1”, 白色模块表示“0”。另外, 图形可分为两个部分: 定位图形和数据区。定位图形由两条实线边组成的“L”型和与其相对的两条虚线边组成; 数据区是由 1、0 模块组成的矩形。由于定位图形的特性, 将其与背景图形区别开来, 并对“L”形的顶点进行精确定位。

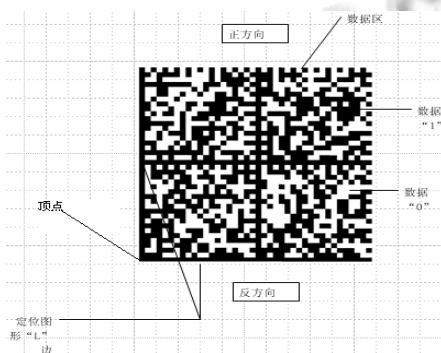


图 1 DataMatrix 结构

① 收稿时间:2010-08-22;收到修改稿时间:2010-09-14

## 2 图形校正

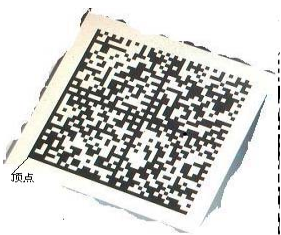


图 2 畸形的原始 DataMatrix 码

见图 2，扫描得到的图形有一定的畸变。对扫描的条码图形经过灰度化，滤波去噪，二值化，边缘提取，线段检测等一系列前置处理后还要经过畸变校正把它恢复成正方形的 DataMatrix 二维条形码图形。校正是进行图形旋转与插值两个步骤。旋转通常是以图像的中心为圆心旋转。设旋转前各像素坐标值为

$$\begin{cases} x_0 = r \cos \alpha \\ y_0 = r \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

旋转  $\theta$  角度后的像素坐标为(逆时针转为正，顺时针转为负)<sup>[4]</sup>:

$$\begin{cases} x_1 = r \cos(\alpha - \theta) = r \cos \alpha \cos \theta + r \sin \alpha \sin \theta = x_0 \cos \theta + y_0 \sin \theta \\ y_1 = r \sin(\alpha - \theta) = r \sin \alpha \cos \theta - r \cos \alpha \sin \theta = y_0 \cos \theta - x_0 \sin \theta \end{cases} \quad (2)$$

我们考虑到这样的旋转并不能保证“L”形在左下角，即正方向向上。这样对后面的识别会有一些的障碍。所以我们利用二维条形码的结构特征，它的“L”形的定位图形，这些前置的处理步骤已获得的信息来进行旋转。具体步骤如下：

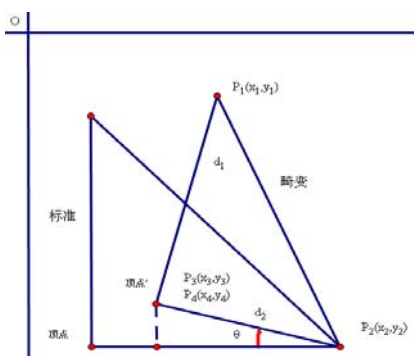


图 3 旋转示意图

1) 确定 L 形的四个端点，这是通过前面的前置处理线段检测处理获得的坐标： $p_1(x_1, y_1)$ ,  $p_3(x_3, y_3)$ ,  $p_2(x_2, y_2)$ ,  $p_4(x_4, y_4)$ ，顺时针旋转先遇到的端点为  $p_1$ ，后遇到的端点为  $p_2$ ，即保证  $x_1 \leq x_2$

2) 计算两个线段的长度：

$$d_1 = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2} \quad (3)$$

$$d_2 = \sqrt{(x_4 - x_2)^2 + (y_4 - y_2)^2} \quad (4)$$

3) 确定交点  $p_2(x_3, y_3)$

联立直线方程组，求交点：

$$\frac{x - x_1}{x_3 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_3 - y_1} \quad (5)$$

$$\frac{x - x_2}{x_4 - x_2} = \frac{y - y_2}{y_4 - y_2} \quad (6)$$

可得

$$\begin{cases} x_3 = (b_2 - b_1) / (k_2 - k_1) \\ y_3 = k_2 x_3 + b_2 \end{cases} \quad (7)$$

其中：

$$k_1 = \frac{y_3 - y_1}{x_3 - x_1}, k_2 = \frac{y_4 - y_2}{x_4 - x_2}$$

$$b_1 = y_1 - \frac{y_3 - y_1}{x_3 - x_1} x_1, b_2 = y_2 - \frac{y_4 - y_2}{x_4 - x_2} x_2$$

4) 求  $\sin \theta$ ,  $\cos \theta$

当  $y_3 \leq \max(y_1, y_2) + |y_1 - y_2|$  时， $\theta \in [-45^\circ, 135^\circ]$

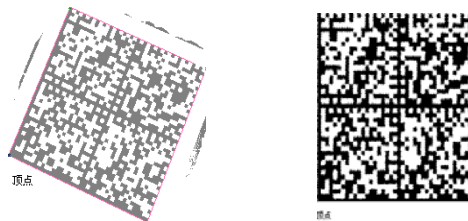
$$\sin \theta = \frac{x_2 - x_4}{d_2}, \cos \theta = \frac{y_2 - y_4}{d_2} \quad (8)$$

当  $y_2 \geq \max(y_1, y_2) + |y_1 - y_2|$  时， $\theta \in [135^\circ, 315^\circ]$

$$\sin \theta = \frac{x_2 - x_2}{d_2}, \cos \theta = \frac{y_2 - y_4}{d_2} \quad (9)$$

把得到的  $\sin \theta$ ,  $\cos \theta$  代入式(2)中，就可一步旋转得到正方向向上的标准 DataMatrix 二维条形码图形。

在计算过程中，有浮点运算算出来的坐标有可能不是整数，这时用双线性插值对旋转后的图形进行修补，可以避免产生毛刺与缺点的现象。而且可以只对每个黑点进行插值计算，可以节省将近一半的计算量。最后的结果可以见图 4



(a) 未经旋转处理前的图形 (b) 旋转处理后的图形

图 4 旋转处理

(下转第 195 页)

符串后加“1”。所有部位比对完成后，将输出字符串整体输出，传入到业务逻辑层中。

业务逻辑层获得传回的比对结果字符串，对传回的字符串做两个处理。一个处理是传回到显示层中与 .NET Framework 3.5 控件 treeview 结合显示每个步骤的正确与否，正确的步骤前显示对勾图标，错误的步骤前显示红叉图标。另一个处理是对回传字符串进行拆分，对应相应的操作步骤写到数据库中的学生操作题结果表中，方便以后查看操作结果。

即完成整个自动评测过程。完整流程如图 3 所示。

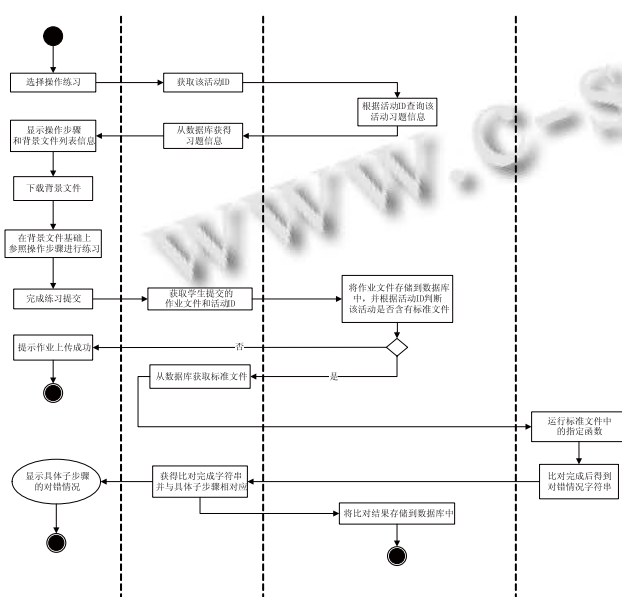


图 3 自动评测流程图

(上接第 239 页)

### 3 结论

本文提出了一种条码图像的畸变校正算法，利用二维条形码的结构特征可以有效并快速确定条形码的定位符号和定位符“L”型交点，并只需一次旋转就可形成标准的条码图形，为识别时码字的准确切割打下了基础。该方法简单、计算量少，易于实现并且效果良好。

### 参考文献

1 刘宁钟,杨静宇,基于中点检测的二维条码识别.小型微型计

### 4 实现方式分析

该实现方式直接使用 Office 对象模型，使用起来简单快捷，且具有良好的扩展性，若要对操作题进行修改则只需修改操作步骤并修改对应标准文件宏代码即可。针对宏代码的修改需要有一定的代码编程基础，且由于比对方式的局限性，只能通过对象和属性进行比对，对于一些应用程序的设置则无法进行比对。但是本方式能够正确评测不同方式达到的相同目的的情况，使得评测结果更加公正合理，完全能够达到中小学信息技术课的考察需求。

### 参考文献

- 1 何克抗,许骏.IT 技能测评自动化.北京:科学出版社, 2005. 83 - 112.
- 2 张聪品,牟占生,张笑冬,徐久成.基于 .Net 平台的 Office 技能考试系统的设计和实现.计算机技术与发展, 2007,11:241 - 243.
- 3 吴新刚.基于 VSTO 的 Office 操作技能自动评测方法.中国教育技术装备,2009,(33):77 - 78.
- 4 Davis GH.VBA 从入门到精通.第 2 版.北京:电子工业出版社, 2008.362 - 454.

算机系统,2004,5(2):283.

2 陈媛媛,施鹏飞.二维条形码的识别及应用测控技术 2006,25(12):17 - 18.

3 ISO/IEC 16022 2000(E),Information technology International symbology specification-Data matrix.

4 杨帆,等.数字图像处理与分析.北京:北京航空航天大学出版社,2007.131 - 132.

5 袁远松,赵小敏,杨东勇.DataMatrix 条码的畸变校正.计算机系统应用,2008,17(10):47 - 50.