

# 特殊条形码的识读<sup>①</sup>

史 静

(西安理工大学 高等技术学院, 西安 710082)

**摘 要:** 主要通过对卡片侧面有用信息的识读, 克服因光照不均、摄像头分辨率有限等问题, 所带来的条码分割以及识别的困难, 利用图像处理中几何校正、双线性插值放大、去噪等算法, 以及对条码的分割定位, 从而判断出卡片正面的信息, 很大程度上提高了条形码识别的准确率, 实验证明该方法有效并准确地识别出了卡片的正面信息, 达到了较高的识别率, 具有一定的实用价值, 为今后条码的识别开拓了一个新的方向。

**关键词:** 条码; 几何校正; 双线性插值放大; 去噪; 识别

## Literacy of Special Bar Code

SHI Jing

(Advanced Technology Institute, Xi'an University of Technology, Xi'an 710082, China)

**Abstract:** In this paper, useful information on the card side of literacy, to overcome the uneven illumination, camera resolution, and limited, the impact on bar code segmentation and recognition problems, image processing of geometric correction, bilinear interpolation to enlarge, denoising algorithm, and the division of bar code orientation, which determine the positive card information, and improves the barcode recognition accuracy, experiments show that the method and to accurately identify the card's positive message to the higher recognition rate, has some practical value for future bar code identification to open up a new direction.

**Keywords:** bar code; geometric correction; Bilinear interpolation to enlarge; denoising; identification

基于图像处理技术的系统是在图像处理和机器视觉技术不断发展, 以及数码设备为前端采集设备系统大量涌现的背景下被人们所不断开发的。条码及条码技术的成功运用改变了世界流通领域, 同时也改变了人类的生活。

### 1 引言

本文将图像处理技术与条码技术相结合, 提出了一种全新的卡片识读方式。卡片的识别方式一般要借助于刷卡机或电子扫描枪等设备, 并且每次只能识读单张卡片。随着卡片种类与数量的不断增加, 批量化、快速的识别卡片被越来越多的场合所需求。

本文所设计的新的卡片识读方法也正是在这样的需求下提出的, 针对 IC 卡或其他简单记录卡片信息时使用, 对于卡片的材料没有任何限制。下面, 围绕该

方法的实现流程对其技术特点做详尽的分析。

### 2 条码构成与设计

本文的条码区包括左右空白区、起始符、终止符和中间的数据区, 条码黑白相间, 印在卡片侧面, 除了避免翻阅卡片对条码进行识读外, 也便于对卡片数量的计算, 对于内容简单的卡片信息, 只需要简单的特殊条码即可, 无需利用一般条码, 这样可以提高条码识别的速度和精度。

结合条码的一般编码规则与卡片识别的具体情况, 本文自行设计出一套编码方案。具体如下:

条码高度的物理距离与卡片厚度等同, 约为 0.3-0.4mm, 条码总长约为 33mm。单位码字分为长码、短码, 以码块长度区分, 物理长度分别为 1mm、0.5mm。整个条码由长短码黑白交替组合构成。按照职能依次

① 收稿时间:2010-09-16;收到修改稿时间:2010-11-25

可划分为起始符(由三个单位黑色长码表示),前空白区(由三个单位白色长码表示),数据区(由27个单位长短码黑白交替表示),后空白区(由三个单位白色长码表示),终止符(由三个单位黑色长码表示),其中数据区可以根据实际需要进行修改。

本文以纸制卡片进行实验,卡片内容规定为三位数字,数据区可分为三段,分别表示数字的百,十,个位,中间以三个单位的白色长码隔开。每段由三个单位长码与六个单位短码黑白交替组成,并遵守黑码开始,黑码结束的规则(如图1)。

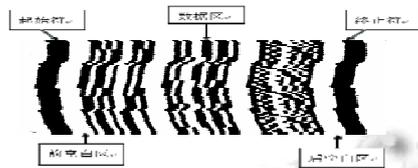


图1 批量卡片侧面条码(50张)

在其后的识别当中,定义黑、白长码为二进制码1,黑、白短码为二进制码0。根据以上条码的编码规则,数据区中每段码代表九位二进制码,其中包括三个1和六个0,用这九位二进制码再译码为相应的十进制数。

### 3 条码图像的几何校正

由于卡片本身厚度的制约,在这样微小的区域内进行操作,是否能够精确无误的定位到每张卡片的条码区域是本文研究的关键。

在实际的运用中,卡片往往是任意摆放的,这必然会与水平方向成一定的夹角(如图3),又由于卡片本身的材料质地,会出现弯曲(如图3)。由于识别采用了水平的扫描方式,倾斜、弯曲都会导致识别结果的错误。为了保证扫描线能够贯穿整个码区,从而保证正确识别,必须对原始的条码图像进行必要的几何校正,针对倾斜和弯曲这两种基本的畸变,本文分别提出了相应的解决方法。

#### 3.1 倾斜校正

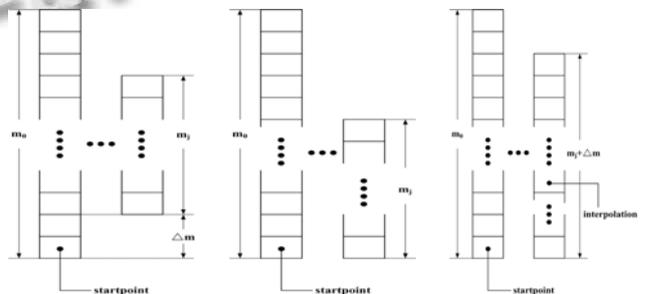
首先将采集到的叠放卡片侧面图像进行整体二值化,锁定分割出卡片区域位置,利用垂直方向的扫描线对二值图像进行隔n列扫描,记录黑白交界点的坐标,即卡片区域的上下边界坐标采样,再根据这些坐标拟合出卡片边界所在直线,根据直线的斜率计算出与水平方向的夹角,最后按照该夹角进行相应的旋转,从而完成对卡片的倾斜校正。

由于单一的背景使图像灰度分布具有明显的双峰

性,本文采用了大津法(OSTU)实现卡片区域的提取。在实际的卡片边界拟合当中,本文采用的是拟合卡片区域的上边界(如图4)。

#### 3.2 弯曲校正

以下边界为例,首先根据倾斜校正后的二值图,找到卡片区域下边界上最突出的点。以此点为起点,该点所在列(startpoint)不动,分别计算其余各列与该列的落差像素个数 $\Delta m$ (如图2.a),将相邻列以该点(startpoint)为基准在垂直方向平移对齐(如图2.b),再根据落差像素个数 $\Delta m$ 对平移列进行等间隔线性插值补点(如图2.c)。间隔长度取列长 $m_j$ 除以 $\Delta m + 1$ 。按照这样的方法将卡片区域的下边界对齐。上边界对齐同理。



(a)定位 startpoint (b) 对齐 (c) 插值

图2 弯曲校正原理图



图3 倾斜、弯曲待校正图 图4 倾斜、弯曲校正结果

#### 3.3 图像的放大

由于拍摄到的条码尺寸微小,为了便于后续处理,需要对码区进行放大。

在条码的识别过程中,对黑白像素变化比较敏感。黑、白码字的长短是判断其所代表二进制数1或0的唯一依据,所以放大的结果不应使宽窄码的差异发生较大变化,同时为了避免像素放大方法所产生的马赛克现象,本文采用双线性插值放大法,以使黑白像素之间的过渡比较平滑、精确。

具体算法如下所述:设定一个 $3 \times 3$ 的模板来进行计算,左上角的像素点记为 $f(3,3)$ ,右上角的像素点记为 $f(0,1)$ ,左下角的像素点记为 $f(1,0)$ ,右下角的像素点记为 $f(1,1)$ 。顶点的像素值为原图像中的像素值,该模板中心的像素是当先需要计算的像素值。对其进行归一化处理,子块四个顶点坐标分别为 $(0,0), (0,1), (1,0), (1,1)$ ,相应待处理像素的坐标为

$(x, y), 0 < x < 1, 0 < y < 1$ , 则  $f(x, y)$  可由下式得到:

$$\begin{cases} f(0, y) = f(0, 0) + y \times [f(0, 1) - f(0, 0)] \\ f(1, y) = f(1, 0) + y \times [f(1, 1) - f(1, 0)] \\ f(x, y) = f(0, y) + x \times [f(1, y) - f(0, y)] \end{cases} \quad (1)$$

如果  $x = 1$ , 或者  $y = 1$ , 则用单线性插值计算, 即分别为:

$$\begin{cases} f(x, y) = f(0, 0) + y \times [f(0, y) - f(0, 0)] & (if \ x=1) \\ f(x, y) = f(0, 0) + x \times [f(1, 0) - f(0, 0)] & (if \ y=1) \end{cases} \quad (2)$$

#### 4 校正后条码图像的二值化

进行完之前的处理后, 得到包含所有卡片信息的条码图, 对该图进行逐行二值化, 区分出黑白码块。对于本文条码, 存在二值区域窄而长、光照不均、信息微弱等问题。根据上述特点, 需要对图像每行进行独立的二值化操作, 并且能够在一定程度上克服光照不均的影响, 在灰度差别微弱的情况下正确地分出黑、白码块。根据大量的对比实验, 本文最终采取了一维模板的改进 Niblack 法。设原图像中的一行为  $f_{row}$ , 长度为  $l$  的模板为  $D_l$ , 令模板中心点为目标点, 使用模板  $D_l$  对  $f_{row}$  进行遍历, 每移动一次, 计算出当前模板所覆盖区域下的均值  $\mu_{(1,j)}$ 、方差  $\sigma_{(1,j)}$ 。以  $l$  为奇数为例则算式如下:

$$\mu_{(1,j)} = \frac{1}{l} \sum_{k=-\frac{l-1}{2}}^{\frac{l-1}{2}} f_{row}(1, j+k) \quad (3)$$

$$\sigma_{(1,j)} = \sqrt{\frac{1}{l} \sum_{k=-\frac{l-1}{2}}^{\frac{l-1}{2}} (f_{row}(1, j+k) - \mu_{(1,j)})^2} \quad (4)$$

在根据均值  $\mu_{(1,j)}$ 、方差  $\sigma_{(1,j)}$  计算出每一点的阈值, 如式(5)所示:

$$thresh_{(1,j)} = \mu_{(1,j)} + \alpha \times \sigma_{(1,j)} \quad (5)$$

其中,  $\alpha$  为方差系数, 一般取-0.1。

采用一维模板突出了图像水平方向上各像素间的相关性, 忽略了竖直方向对二值阈值选取的影响, 从而在一定程度上抑制了卡片间缝隙(如图 6)导致的噪声。

此外, 在整幅图像边界处,  $f_{row}(1,1) \sim f_{row}(1, \frac{l-1}{2})$  的区域内, 由于模板中心无法配准, 从而不能进行阈值计算, 本文采用保存点  $f_{row}(1, \frac{l-1}{2} + 1)$  处的阈值近似代替这一区域的阈值, 从而实现二值化的完整性(图 7)。

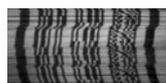


图5 原图



图6 大津法二值



图7 一维 Niblack

#### 5 二值图像的去噪

由于光照的复杂性以及条码本身制作工艺上的瑕疵(比如喷涂不清楚, 污染), 在二值图像中仍会有少量噪声存在。在噪声或者污染未达到等同码字的情况下(若等同则为废码), 应尽可能的去除噪声, 增强算法的鲁棒性。本文实现的系统是通过设计 `Erase_blackdots()` 和 `Erase_whitedots()` 函数的设计, 分别对条码区域里白码块中黑色噪声、黑码块中白色噪声进行过滤。以 `Erase_blackdots()` 为例, 去噪的主要思路为: 根据条码的起始符和终止符, 计算出平均单位短码在图像当中的像素长度, 将其  $3/4$  记为  $T_{bots}$ , 统计当前行中所有黑码块的长度, 小于  $T_{bots}$  的区间置白。



图5 污损图片

图6 去噪后结果图

实验证明, 该方法在有效去噪的前提下, 比形态学的去噪方法要快的多, 满足实际使用时快速处理的要求, 并且对条码的原本面貌保存完好。

#### 6 条码的识别

##### 6.1 条码的定位

根据观察分析条码及码区的特点发现, 整个码区分为三段, 由黑白间隔的条码组成, 且条码的宽窄根据编码规则确定, 整个码区的两侧由黑色定位符开始和结束, 这就给条码定位提供了一个可靠的依据。

首先, 将整个待分割的区域大致均分为左右半区, 这是因为在检测时条码一般不会偏离整个视野中心区域很远, 即使偏远, 只要两侧的起始符和终止符分布在左右半区就行了, 所以将图片分为左右两部分来扫描判断不仅不影响定位的准确性, 而且可以很大程度上提高定位及识别的效率。

其次, 分区后我们可以先对左半区进行处理, 从图片的最左边向中间区域扫描, 在扫描的同时, 依次记录下每行像素由黑变白或由白变黑的坐标点和连续黑区的长度, 这两个信息是对应的关系。

再次, 由于起始符、终止符和宽码的长度有一定

的差别,比宽码仍宽许多,所以可以从记录黑码长度的数组中自左向右找出满足一定宽度的黑区,并对应找出该黑区的右侧坐标点,作为进入码区时定位的左边界坐标点。有时由于光照、喷码等其他原因,定位符的长度会有所变化,不满足标准的宽度,这时我们可以在记录黑区长度的数组中找出一个最大值作为起始符,因为起始符再短都会比长码长,所以这时将最大值作为起始符仍具有一定的可靠性。

接下来,对右半区进行同样的处理,与左半区不同的是,右半区的扫描全部从右向左,记录的坐标点和长度的存储从右侧开始记录,扫描一定范围的黑区或最大值也是从右侧开始的,之后得到满足终止符条件的左侧坐标点作为出码区时定位的右边界坐标点。

最后,将前面步骤中得到的左右侧坐标点的中间区域平均分为三段,这样就可以得到定位三段码区的坐标点了。

## 6.2 码的识别

要进行条码的识别首先的一点是要了解条码的编码规则,通过观察发现,条码区共分为三段,每段由九个黑白相间的条码表示,其中包括三个长码和六个短码,长码在理论上是短码的两倍,码区以黑码开始,以黑码结束。

条码的识别与定位的前期处理大致相似,不同之处在于识别只针对某一段的条码,所以不需要将图片分为左右半区,直接从某一段的左侧扫描到右侧,记录由白变黑或由黑变白时的坐标值和白区、黑区的长度,在这里它们的关系也需要对应。

我们从这些记录的信息中找出第一个进入黑区的坐标和最后一个出黑区的坐标,将其中间部分十二等分,那么每一等分就是短码的宽度,2倍的等分长度就是长码的宽度,为了克服光照和喷码的影响,我们给宽窄码的长度都设置一定的余量,并根据宽窄码的长度计算出区分宽窄码的长度值,排除短于短码和长于长码的条码,也就是过短和过长的码,这也相当于一个去除噪声的过程。

之后,我们对一定长度的码进行0、1编码,短码记为0,长码记为1,就得到了该段的九位码,三段码解完后共得到二十七位码,共同表示该卡片中的内容。

## 7 实验结果分析

表1 验结果

卡片张数	样本数	识别率
30	500	98.4%
50	500	93.8%

通过利用本文中提出的算法,经过以上实验流程,对大量的样本数据进行了测试,所选卡片全部为纸制卡片,卡片柔软而薄,易发生畸变,增加了识别的难度,但却得到了良好的识别效果,验证了卡片批量识别的可行性,同时验证了本文所提方法的鲁棒性。

在日常生活当中,卡片往往采用特殊塑料为制造材料,对形变具有一定的记忆性,厚度一般在1mm左右,采用本方法将得到更好的识别效果。

## 参考文献

- 1 朱虹,等.数字图像处理基础.北京:科学出版社,2005.213-223.
- 2 费振原.条码技术及应用.上海:上海科学技术文献出版社,1992.
- 3 崔屹.图像处理与分析——数学形态学方法及应用.北京:科学出版社,2000.
- 4 章毓晋,等.图像图形科学丛书—图像分割.北京:科学出版社,2001.
- 5 冈萨雷斯.数字图像处理.第2版.北京:电子工业出版社,2003.
- 6 Zhu YP, Wang CH, Dai RW. Document Image Binarization Based on Stroke Enhancement. Proc. of the 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06). 2006 IEEE.
- 7 Hamza H, Smigiel Eddie, Belaid Abdel. Neural based binarization techniques. Proc. of the 2005 Eight International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR'05). 2005 IEEE.
- 8 Loo PK, Tan CL. Using Irregular Pyramid for Text Segmentation and Binarization of Gray Scale Images. Proc. of the Seventh International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR'03). 2003 IEEE.
- 9 沈沉,沈向洋.基于图像的光照模型研究综述.计算机学报,2000,23(12).
- 10 廖士中,高培焕,苏艺,等.一种光学镜头摄影机图像几何畸变的修正方法.中国图象图形学报,2000,5.
- 11 周海林,王立琦.光学图象几何畸变的快速校正算法.中国图象图形学报,2003,8(10).
- 12 李建辉,邢延林.条码及其它自动识别技术.条码与信息系统,1995,2.
- 13 阮秋琦.数字图像处理学.北京:电子工业出版社,2001.
- 14 吴刚,潘晓露.照度不均图像的局部幂函数映射增强算法.昆明理工大学学报(理工版),2006,31(5).