

平移匹配在倾斜条码快速识别中的应用研究

胡智宏, 李军涛

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: **目的** 为解决一维条码在倾斜情况下识别困难、效率低等问题,提出了采用平移匹配的一维条码识别方法。**方法** 首先对条码图像做常规图像预处理和行程编码,然后选择2条能够平移匹配的平行扫描线,利用2条扫描线与条码条或空的相交点推算条码的倾斜度,依据倾斜度寻找垂直于条码的最佳扫描线,再次对条码图像进行扫描并解码,进行样品条码测试,在C++ Builder 6环境下,实现了提出的条码识别算法。**结果** 经实验验证,该方法在图像条码任意倾斜的情况下,均能有效识别且准确识别率可达到98%以上。**结论** 相对于传统方法计算量有明显下降,识别速度有显著提高,执行时间一般在5 ms以内。

关键词: 一维条码; 图像处理; 行程编码; 平移匹配

中图分类号: TP391.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)19-0130-05

Application Research of Translation Matching in Inclined Barcode Fast Recognition

HU Zhi-hong, LI Jun-tao

(Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

ABSTRACT: Objective In order to solve the problems of the difficulty and low efficiency in the recognition of one-dimensional barcodes under tilt conditions, a recognition method using the matching translation was proposed. **Methods** Firstly, the image of barcode underwent conventional preprocessing and run-length encoding, and then two parallel matched lines were selected. The intersections of the two parallel scanning lines and the barcode strip or empty crosspoint were used to calculate the slope of the barcode, then the best barcode scanning line could be achieved using the slope. Finally, the barcode could be scanned again and successfully decoded. Tests of sample barcodes were conducted. In the environment of C++ Builder 6, the barcode recognition algorithm was realized. **Results** The experiments proved that the method could effectively identify the barcodes under any tilt conditions and the correct recognition rate could reach higher than 98%. **Conclusion** Compared to the traditional method, the calculation amount was obviously reduced, the recognition speed was significantly improved, and the recognition time was less than 5 ms generally.

KEY WORDS: one-dimensional barcode; image processing; run-length encoding; translation matching

一维条码成本低、识别速度快,在物流、仓储管理、商品销售、生产制造等领域得到了广泛的应用^[1]。目前,条码信息识别方法主要有光电式和图像式^[2]。图像式识别无需人工调整角度,可实现完全自动化,是今后发展的方向^[3-5]。但图像式条码识别系统在采

集条码图像时,往往会出现条码倾斜的情况,这给条码识别带来了困难。国内外科研人员对一维码的图像识别做了深入研究,取得了丰硕的成果^[6]。对于倾斜的条码,在图像预处理阶段,一般需要采用边缘检测^[1]、条码定位^[7-9]、旋转校正^[9]等复杂的算法,效率低,

收稿日期: 2014-01-17

作者简介: 胡智宏(1974—),男,甘肃天水人,郑州轻工业学院副教授,主要研究方向为电子信息及嵌入式系统应用。

通讯作者: 李军涛(1987—),男,河南内黄县人,郑州轻工业学院硕士生,主攻射频识别与嵌入式系统应用。

总体性能不佳。同时,图像处理过程中采用的复杂图像处理算法,还可能会引入干扰噪声,影响条码的有效识别率。基于此,提出了采用平移匹配的一维条码识别方法,其只对图像做常规的图像预处理,主要包括灰度化、中值滤波和二值化^[10-12],不需要采用传统条码定位、边缘检测、旋转校正等复杂算法,尽可能地保留并提取条码图像的原始信息,计算量小、效率高,能对任意倾斜的条码进行有效识别。

1 图像扫描与处理

一维条形码都是由平行的条和空交替排列组成,只在垂直于条空的方向上含有信息。信息利用不同宽度的条空存储,实际依靠的是条空的宽度比例。一条扫描线垂直于条码的条空穿过,将可得到条空的宽度比例信息;若不是垂直于条空穿过,得到的条空宽度将按比例变化,但并不影响相邻条空宽度比例^[13],因此,只要扫描线完全穿过一维条码,便可提取条空宽度比例信息并解码。

1.1 扫描线与条码的关系

在扫描过程中,采取的是水平和垂直扫描,扫描线与条码存在下述2种情况。

1) 水平或垂直扫描线能穿过条码所有条空。扫描线与条码的关系见图1。其中,图1a存在穿过条码所有条空的水平扫描线,图1b存在穿过条码所有条空的垂直扫描线,因而均可直接提取行程编码后的数据进行解码。

2) 水平或垂直扫描线不能穿过条码所有条空。见图1c。对此,采用传统方法处理比较复杂,若采用平移匹配处理,则不需要做复杂的定位、旋转,即可得到条码的条空倾斜斜率,并确定垂直于条码条空的扫描线,重新扫描解码。条码识别的流程见图2。

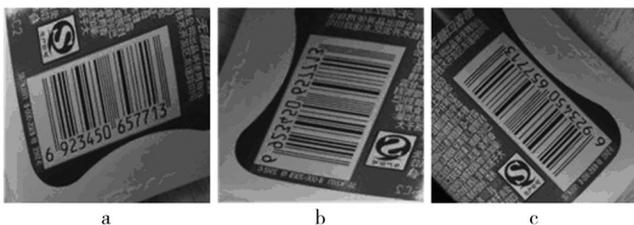


图1 扫描线与条码关系

Fig.1 Relationship between the scanning lines and barcodes

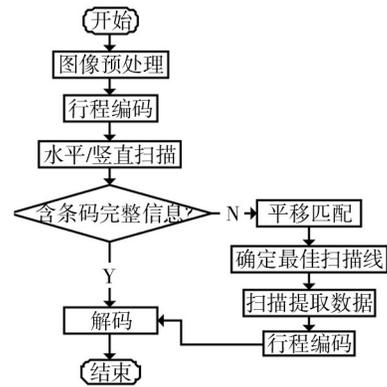


图2 条码识别流程

Fig.2 Barcode recognition process

1.2 行程编码

行程编码^[6]是一种靠统计并存储连续相同颜色像素点总数的图像编码方式。图像二值化后,图像数据中只含有0和1,0表示白,1表示黑。为了得到黑白条空的像素宽度,对二值化图像做行程编码。行程编码是用1个数表示01码中连续的0(或1)的个数,连续1用正数,连续0用负数。编码后,节省了大量的存储空间,同时也可以减少扫描时间。提取条码中一段扫描线数据如下:

```
11111111100011000000001110001110000000011
100011111100000011111100011111100011100000000
00011100000011111111100011000111111000000001
1100000000011111100011100011100011100011100011
100000000000011100000011111111000111000000000
111000000111000000001110000001111110000001111
11000111000000000001110001110001110000000000
11000111111111
```

行程编码后:9,-3,2,-8,3,-3,3,-9,3,-3,6,-6,6,-3,6,-3,3,-12,3,-6,9,-3,3,-3,6,-9,3,-9,6,-3,3,-3,3,-3,3,-3,3,-3,3,-12,-3,6,-9,3,-3,9,-3,6,-3,9,-3,6,-6,6,-6,3,-3,12,-3,3,-3,3,-3,11,-2,3,-8

从编码后的数据可以看出,每个条或空都能根据其前面的条空宽度,推算出其边界点的坐标。

1.3 含条码完整信息的条件

扫描线穿过条码的所有条空,便可认为扫描得到的数据包条码的完整信息。在横穿条空过程中,会

不断地发生黑白变化,行程编码后表现为正负变化。如EAN-13码^[2],其共由30个条构成,会发生60次正负变化。另外,条空只可能由1个、2个、3个或4个基本模块组成,因而它们的宽度比例只可能出现1,2,3,4。EAN-13码还包含有起始符和结束符,均为黑白黑(即条空条)。

综上所述,扫描数据包含条码完整信息需要满足2个条件:其一是检测到条码的起始符和结束符,EAN-13码均为1,-1,1;其二是起始符到结束符之间,正负变化次数满足要求,EAN-13码为60次。

2 平移匹配搜索

重合数指2条平行扫描线提取的数据中,条空宽度连续相同的个数。按匹配步长 S 取平行扫描线,得到的条空宽度有重合部分,通过平移匹配找到重合部分,若重合数达到 N ,便可以取到同一条或空上的点坐标,计算出条码的条空斜率。这就是通过平移匹配确定倾斜条码倾斜度的基本思路。

2.1 匹配步长 S 的确定

匹配步长会影响计算量和识别能力,步长越小,计算量越大,能识别的条码占整个图像的面积最小比例越小;步长越大,计算量越小,能识别的条码占整个图像的面积最小比例越大。为了减小计算量,同时保证条码占图像比例小时仍能识别,折中考虑,可选取匹配步长为5个像素点,即 S 等于5。

2.2 重合数 N 的确定

重合数 N 是匹配成功与否的判断条件,从条码高度和宽度入手分析临界情况,见图3。以EAN-13码为例,在标准的EAN-13码(放大系数为1.0)中,单个模块宽度为0.33 mm,起始符到结束符的宽度为31.35 mm,数据符与校验符的高度为22.85 mm,其他版本的条码只是按比例缩放^[4]。旋转条码可以看出,水平扫描线穿过条码的对角线是临界状态,此时穿过的条空数最多为60,见图3a;顺时针旋转则会有水平扫描线穿过条码的所有条空,逆时针旋转条码水平扫描线可能穿过的条空数不断减少;当竖直扫描线可穿过条码对角线时,水平扫描线穿过条空数达到最少的临界状态,见图3b;继续逆时针旋转则会有竖直扫描线穿过

整个条码。条码其他倾斜情况与上述类似,不再赘述。利用几何知识可计算得出 a 约为28.3 mm, b 约为16.7 mm。考虑到两边残块,水平扫描线最少可穿过48个模块,排除起始符或结束符的3个模块,还剩下45个基本模块。1个字符有7个模块,即由4个条空组成,因此至少穿过24个条空。由于条空特征非常明显,两端可能会穿过残缺的条空,同时考虑计算效率等因素,经实验验证,可以选择重合数 N 为6~10。

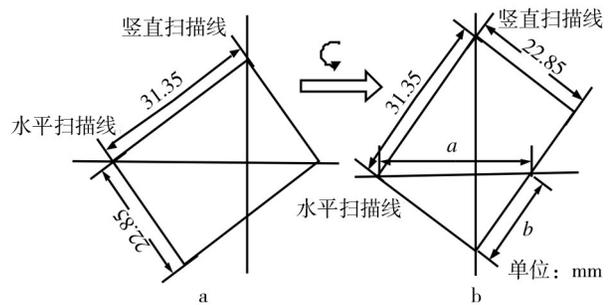


图3 临界情况

Fig.3 Critical situation

2.3 最佳扫描线的确定

按匹配步长 S 对条码进行水平扫描或竖直扫描,提取数据并做行程编码,见图4。对数据移位比对,发现连续重合时停止,根据点所在的位置和移位次数可得到点 A, B 的坐标。若扫描线1是第 i 行,扫描线2是第 $i+S$ 行,则可计算得到点 A, B 的坐标分别为 $(i, 15)$ 和 $(i+S, 17)$ 。由此可知,根据条空重合位置可得到同一条上同侧的2个边界点,假如2点分别为 $A(a_1, b_1)$ 和 $B(a_2, b_2)$,则可求出条码的条空斜率 $k = \frac{b_2 - b_1}{a_2 - a_1}$ 。

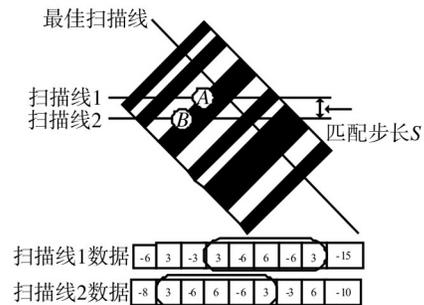


图4 平移匹配

Fig.4 Translation matching

得到条码的条空斜率 k 后,可知其垂线斜率 $k' = -\frac{1}{k}$ 。以斜率 k' 和条(或空)上的一点可确定一

条新的扫描线,它可垂直穿过条码的所有条空,称为最佳扫描线。重新扫描提取数据并做行程编码,然后解码。最佳扫描线见图4中所示的最佳扫描线。

在实际应用中,由于噪声的存在等原因,条空质量并不理想,可引入条空宽度容许误差,该误差根据具体情况设定。在选取同条(或空)坐标点时,也可以取某条(或空)两边边界求中点。有时也通过多次求斜率,取出现次数最多的作为条码斜率。

3 解码

不同的一维码编码方式解码略有不同,但方法类似。行程编码后,正整数代表条,负整数代表空。以EAN-13码为例,其由起始符、结束符、中间分隔符、左侧数据符、右侧数据符、校验符组成^[12],起始符和结束符都是101(即黑白黑),行程编码后比例为1:-1:1。搜索到起始符或者结束符后,可根据相应规则判断方向,确定前置码,再依次查表解码,校验。EAN-13解码表见表1。

表1 EAN-13解码
Tab.1 EAN-13 decoding table

数字	A		B		C		前置码判别
0	0001101	-3:2:-1:1	0100111	-1:1:-2:3	1110010	3:-2:1:-1	AAAAAA
1	0011001	-2:2:-2:1	0110011	-1:2:-2:2	1100110	2:-2:2:-1	AABABB
2	0010011	-2:1:-2:2	0011011	-2:2:-1:2	1101100	2:-1:2:-2	AABBAB
3	0111101	-1:4:-1:1	0100001	-1:1:-4:1	1000010	1:-4:1:-1	AABBBA
4	0100011	-1:1:-3:2	0011101	-2:3:-1:1	1011100	1:-1:3:-2	ABAABB
5	0110001	-1:2:-3:1	0111001	-1:3:-2:1	1001110	1:-2:3:-1	ABBAAB
6	0101111	-1:1:-1:4	0000101	-4:1:-1:1	1010000	1:-1:1:-4	ABBBAA
7	0111011	-1:3:-1:2	0010001	-2:1:-3:1	1000100	1:-3:1:-2	ABABAB
8	0110111	-1:2:-1:3	0001001	-3:1:-2:1	1001000	1:-2:1:-3	ABABBA
9	0001011	-3:1:-1:2	0010111	-2:1:-1:3	1110100	3:-1:1:-2	ABBABA

5 结语

提出了采用平移匹配的一维条码识别方法,以EAN-13码为例,讨论了图像扫描、行程编码、平移匹配和倾斜条码扫描线确定,叙述了EAN-13码的解码过程。该方法简化了倾斜条码校正,对倾斜条码的有效识别率和识别效率高,适用于各种编码方式的一维条码。

4 样品条码测试

在C++ Builder 6^[15]环境下,实现了提出的条码识别算法。实验平台的CPU为AMD Athlon(tm) 64 X2 3600+,主频为1.91 GHz,内存为1 GB。采用USB摄像头采集图像,并进行识别,软件界面见图5。通过1000次识别实验,结果表明,该方法在条码倾斜的情况下有效识别率可达到98%以上,执行时间一般在5 ms以内。少数污染严重、出现缺条或条空完全受损的情况,已不能获取完整的解码信息,无法识别。



图5 样品条码测试

Fig.5 Barcode test of a sample

参考文献:

- [1] 胡大辉. 边缘检测算法在污损条码识别中的应用研究[J]. 包装工程, 2013, 34(3): 104—108.
HU Da-hui. Application of Edge Detection Algorithm De-faced Barcode Recognition[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(3): 104—108.
- [2] 王雅静, 窦震海. 条码识别技术的研究[J]. 包装工程, 2008, 29(8): 240—244.
WANG Ya-jing, DOU Zheng-hai. Investigation of Bar Code Recognition Technology[J]. Packaging Engineering, 2008, 29

- (8):240—241.
- [3] 王霞玲,吕岳,文颖. 复杂背景和非均匀光照环境下的条码自动定位和识别[J]. 智能系统学报,2010,5(1):35—40.
WANG Xia-ling, LUY Yue, WEN Ying. Complex Background and Barcode Non-Uniform Illumination Environment Automatically Locate and Identify[J]. Intelligent Systems, 2010, 5(1):35—40.
- [4] 刘宁钟. 复杂背景中条码检测定位技术的研究[J]. 南京航空航天大学学报,2005,37(1):65—69.
LIU Ning-zhong. Detection and Localization of Bar Code in Complicated Background[J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 2005, 37(1):65—69.
- [5] SHERIN M Y, RANA M S. Automated Barcode Recognition for Smart Identification and Inspection Automation[J]. Expert Systems with Applications: An International Journal (S0957-4174), 2007, 33(4):986—977.
- [6] 邓泽峰,熊有伦,黄小鹏. 图像式一维条码识别的三重编码方法[J]. 光电工程,2010,37(3):133—137.
DENG Ze-feng, XIONG You-lun, HUANG Xiao-peng. Triple Image Encoding Method of One-Dimensional Bar Code Recognition[J]. Optical Engineering, 2010, 37(3):133—137.
- [7] 吴忻生,邓军. 利用提取边缘线的方法定位条形码[J]. 计算机应用,2010,30(5):1246—1250.
WU Xin-sheng, DENG Jun. Methods to Extract Barcode Positioning Edge Line[J]. Computer Applications, 2010, 30(5):1246—1250.
- [8] ALEXANDER T, DOUGLAS C. Locating 1-D Bar Codes in DCT-Domain[C]// ICASSP' 2006: IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. Washington, DC: IEEE Press, 2006: 14—19.
- [9] DOUGLAS C, FLORIAN H. Locating and Decoding EAN-13 Barcodes from Images Captured by Digital Cameras[C]// ICICS ' 2005: Fifth International Conference on Information, Communications and Signal Processing. Bangkok, Thailand: IEEE, 2005: 1595—1599.
- [10] 罗松,王俊峰,唐鹏,等. 面向条码识读的自适应二值化改进算法[J]. 计算机工程与设计,2013,34(4):1324—1330.
LUO Song, WANG Jun-feng, TANG Peng, et al. For Bar Code Reading Improved Adaptive Binary Arithmetic[J]. Computer Engineering and Design, 2013, 34(4):1324—1330.
- [11] 冈萨雷斯. 数字图像处理(第三版)[M]. 北京:电子工业出版社,2011.
GONZALEZ R. Digital Image Processing (Third Edition)[M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2011.
- [12] 税午阳,周明全,耿国华,等. 基于数字图像处理的EAN13码识别[J]. 计算机工程与应用,2008,44(26):177—179.
SHUI Wu-yang, ZHOU Ming-quan, GENG Guo-hua, et al. EAN13 Code Identification Based on Digital Image Processing [J]. Computer Engineering and Applications, 2008, 44(26):177—179.
- [13] 余维克,黎福海. 一种基于ADI低成本DSP实现的QR码识别系统[J]. 电子技术应用,2013,39(4):42—44.
YU Wei-ke, LI Fu-hai. A QR Code Recognition System to Achieve Low Cost ADI Based on DSP[J]. Application of Electronic Technique, 39(4):42—44.
- [14] 刘志海,曾庆良,朱有锋. 条码技术与程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2009.
LIU Zhi-hai, ZENG Qing-liang, ZHU You-feng. Barcode Technology and Program Design[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2009.
- [15] 陆卫忠,刘文亮. C++ Builder 6 程序设计教程[M]. 北京:科学出版社,2009.
LU Wei-zhong, LIU Wen-liang. C++ Builder 6 Programming Guide[M]. Beijing: Science Press, 2009.

欢迎订阅 欢迎投稿