

一种基于特征加权模板匹配方法在纸币字符识别中的应用

陈国彬¹, 张广泉²

(1 重庆工商大学 融智学院, 重庆 400033; 2 苏州大学 计算机科学与技术学院, 江苏 苏州 215006)

摘 要: 纸币字符是纸币的重要特征之一, 一组字符能够唯一标识纸币的身份, 能够快速识别纸币中的字符直接影响到纸币字符识别的精度和速度. 本文运用特征加权模板匹配算法, 设计了一个纸币字符识别算法. 该算法从当前应用最广泛的模板匹配法入手, 对标准模板匹配算法加以改进, 从而提高了纸币字符识别的效率和精度. 该算法能够充分区分开字符笔画和非笔画部分对字符识别的影响大小, 从而有效地提升了识别率和鲁棒性. 从实验结果来看, 该算法性能较优.

关键词: 字符识别; 特征加权; 模板匹配

中图分类号: TP301

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2013)03-0115-03

Application of Paper Currency Character Recognition Based on Feature Weight Template Matching

CHEN Guo-bin¹, ZHANG Guang-quan²

(1 College of Rongzhi, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400033, China;

2 School of Computer Science and Technology, Soochow University, Suzhou 215006, China)

Abstract: Paper currency is one of the important features of character notes, a group of characters to uniquely identify the paper currency identification. Able to quickly identify the paper characters directly affect character recognition accuracy and speed of paper money. A character recognition method was designed. Based on template matching algorithm which is widely used, the designed method firstly improved the standard template matching algorithm and employed fuzzy theory as identification criterion to recognize character. The proposed method can fully separate the influence on character recognition which was caused character stroke and character tailing, so as to effectively improve the recognition rate and robustness. The experiment results show the designed method has better performance.

Key words: character recognition; feature weight; template matching

1 引言

光学字符识别系统^[1]是指通过扫描等光学输入方式将各种纸币、票据、报刊、文稿或其他印刷品的文字转化为图像信息, 再利用文字识别技术将图像信息转化为可以使用的计算机输入技术. 其中纸币字符识别是机器视觉研究的重要分支, 已成为当今模式识别中最活跃的研究内容之一, 并在计算机及其相关领域中得到了广泛应用. 纸币字符的识别检

测就是其中的一个典型应用^[2].

纸币上的字符就我们的身份证一样具有唯一性, 因此利用纸币对纸币的真伪进行判断是可行的. 关于纸币字符自动识别技术的研究尚且处于起步阶段. 对纸币号码自动识别系统进行了研究, 并且有相应的成品、半成品出现. 例如: 沈阳工业大学研制的基于 DSP 的人民币号码识别系统^[3], 郑州大学纸币号码系统的设计与研究^[4], 基于人工神经网络的识别方法^[5].

收稿日期: 2012-06-13; **修回日期:** 2012-07-16

基金项目: 江苏省自然科学基金项目(BK2011152)

2 标准模板匹配方法

标准模板匹配算法简单易用,而且识别精度较高,而且对笔画断裂情况有较好的鲁棒性,所以在工业实时检测识别中经常使用它.在标准模板匹配算法中,常常采用相关性度量函数作为识别的判断标准.标准模板匹配^[6]的相关性度量函数如下:

$$D(i, j) = \sum_{m=1}^{k_1} \sum_{n=1}^{k_2} |S^{i,j}(m, n) - T(m, n)| \quad (1)$$

其中 k_1 为字符点阵高度, k_2 为字符点阵宽度, S 是原始字符样本图像, T 是第 $k_1 * k_2$ 个字符标准模板图像.在标准模板匹配字符点阵图中,将有笔画的点为 1,没有笔画的点则为 0,有笔画的点无论在什么位置,其权重都为 1,不能完全反应字符号码的特征.标准模板匹配仅仅从理论上用实际字符与标准模板进行比较,在正常比较情况下,效果都很好.但纸币在长期流通过程中会出现不可避免的磨损、污染和缺损,导致图像在对比特性、灰度特性和完整性上出现随机性,这些诸多因素都会影响识别的准确性.采用标准模板匹配编码如图 1 所示.

FDE235698140527

图 1 标准模板匹配编码图

3 特征加权模板匹配方法

3.1 特征加权模板匹配算法

日前基于改进模板匹配应用也有很多,例如,基于模板匹配的人民币纸币序列号识别系统研究^[7],基于模板匹配算法的字符识别研究^[8].

特征加权模板匹配模型的基本思路是:对标准模板和样本模板都进行特征加权改造,给模板中有字符笔画的点分配不同的权重,位于笔画中心的点权重最高,位于笔画边缘的点权重最低,忽略模板边缘信息,然后将样本模板与标准模板逐点模糊匹配,按模糊识别规则识别.

在特征加权模板匹配模型中,参考该点周围 8 个点的信息,像素的八邻域如图 2 所示.

$S(1,1)$	$S(1,2)$	$S(1,3)$
$S(2,1)$	$S(2,2)$	$S(2,3)$
$S(3,1)$	$S(3,2)$	$S(3,3)$

图 2 像素的八邻域

特征加权就是用该点与周围 8 个点值之和作为该点的权重,那么 $S(i, j)$ 的权值为:

$$w(i, j) = \sum_{m=i-1}^{i+1} \sum_{n=j-1}^{j+1} S(m, n) \quad (2)$$

其中 $w(i, j)$ 为模板在点 (i, j) 处权重, $i = 2, 3, 4 \dots H-1, j = 2, 3 \dots W-1$ 笔画中心点权重最大,权重最高可以是 9,笔画边缘点权重最小,权重最小可以为 0.考虑到中心点的特殊位置,如果在计算权重时将中心点的点值乘以 2,那么 $s(i, j)$ 的权值计算式变为:

$$w'(i, j) = s(i, j) + \sum_{m=i-1}^{i+1} \sum_{n=j-1}^{j+1} s(i, j) \quad (3)$$

权重最高可以是 10,笔画边缘点权重最小,权重最小可以为 0.为了去除加权过程中可能出现的噪声点,所有权重小于 5 的像素点的权值也全部设置为 0.特征加权模板后字符图如图 3 所示.



图 3 特征加权模板基本原理图

3.2 基于模糊理论的评判准则

特征加权模板匹配模型同样使用模糊原理进行识别,样本加权模板与标准加权模板逐点比较,当差别较小时为匹配,否则为不匹配.设 $D(k)$ 为样本模板与标准模板在点 (i, j) 处匹配比较结果(结果 0 为匹配,结果 1 为不匹配), $w(i, j)$ 为样本加权模板, $w_k^T(i, j)$ 为标准加权模板, T 差异判定阈值,则任一 点 (i, j) 的匹配结果为:

$$D(k) = \begin{cases} 0 & |w(i, j) - w_k^T(i, j)| \leq T \\ 1 & |w(i, j) - w_k^T(i, j)| > T \end{cases} \quad (4)$$

鉴于每个像素点的权重最高为 9,最低为 0,所以将每点比较差别阈值设为 4 较为合适,即两点权重差别小于等于 4 时为匹配,大于 4 就认为是不匹配.为了使匹配时出现的差异更加的突出,将式(4)做出改进,此时点 (i, j) 匹配结果变为:

$$D(k) = \begin{cases} 0 & |w(i, j) - w_k^T(i, j)| \leq T \\ [w(i, j) - w_k^T(i, j)]^2 & |w(i, j) - w_k^T(i, j)| > T \end{cases} \quad (5)$$

这里用样本模板与标准模板的权值的差的平方作为匹配失败时的代价,值则为 0 到 100 之间的平方数,由于每一个值考虑到 0,1,2 的平方值为 0,1,

4,对整体匹配影响可以忽略,故设2为阈值.将样本加权模板与字符集A中每个字符原始加权模板进行比较后,根据式(5)得到的 k 值所对应的字符的即为识别结果.

$$C = \min_1^A \left[\sum_{i=2}^H \sum_{j=2}^W D(k) \right] \quad (6)$$

这里 N 为字符集A的字符个数,采用特征加权模板后效果图如图4所示.



图4 特征加权模板后效果图

4 实验验证

在操作系统为Microsoft Windows XP,CPU规格为Intel Celeron CPU 2.40GHz,内存512M,硬盘80G的计算机上,VC2008编译环境下分别对标准模板匹配算法、文献[2]中的Adaboost集成学习算法、本文方法进行了测试对比.训练样本集是由高速纸币清分机CIS白光扫描通过的100张人民币获取的,包括2116个阿拉伯数字,5858个字母,其中阿拉伯数字图像全部归一化到 19×29 ,英文字母图像全部归一化到 23×35 .

测试用的字符是由高速纸币清分机CIS白光扫描通过的100张人民币扫描,并经过一系列预处理获取的.特征加权模糊模板匹配的每个字符都归一化到 23×35 像素,系统运行如图5所示.

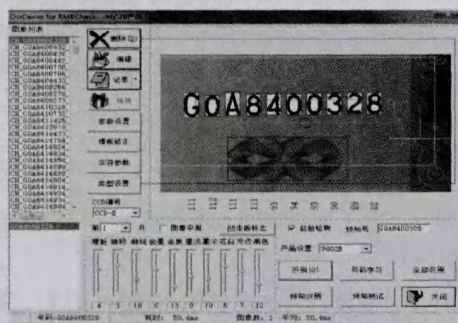


图5 特征加权模糊模板匹配系统

本文方法受Adaboost集成学习算法的权重思想的启发,在标准模板匹配中引入权重,加重字符笔画部分对模板匹配结果的影响.测试中发现本文方法的识别率和平均识别时间对工业实时质量检测来说非常理想,鲁棒性较好,仅有11个识别错误,其适应性也较强.文献[2]中Adaboost的适应性比较弱,每当有新的样本加入的时候需要重新训练,而其训练时间随着样本的增多会跃增,所以Adaboost常用于某一固定形态的字符集.标准模板匹配的适

应性就要强很多,每当字符集改变时,只需要更改相应的模板,但是其识别效率比Adaboost差.三种方法的识别效率对比如表1所示.

表1 三种算法纸币号码识别效率对比

测试方法	标准模板匹配	Adaboost	本文方法
测试数	1000	1000	1000
误识数	87	14	11
识别率	91.3%	98.6%	98.9%
训练时间	短	长	短
平均识别时间	4.73ms	4.40ms	4.31ms
适应性	一般	弱	强

5 结束语

在本文方法中,由于字符集每个字符标准特征块模板在识别之前已经改造好,字符识别时每次只需计算样本特征模板,样本特征模板与标准特征模板的匹配量大大减少,因此与标准模板匹配及Adaboost集成学习算法相比,不但识别率有所增加,而且识别速度也较高.

参考文献:

- [1] 荆涛,王仲.光学字符识别技术与展望[J].计算机工程,2003,29(2):1-2,80.
- [2] 王惠,鲁五一.基于ARM的纸币号码识别系统[J].计算技术与自动化,2010,29(2):81-85.
- [3] 郑传琴.基于DSP的人民币号码识别系统[D].沈阳:沈阳工业大学,2009.
- [4] 李沙.纸币号码系统的设计与研究[D].郑州:郑州大学,2009.
- [5] 王瑞玲.人民币纸币序列号识别方法[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2006.
- [6] 唐璜,李青.一种快速的模板匹配算法[J].计算机应用,2010,30(06):1559-1561,1564.
- [7] 张冬娇,甘早斌.基于模板匹配的人民币纸币序列号识别系统研究[J].计算机与数字工程,2012,40(1):104-109.
- [8] 顾晨勤,葛万成.基于模板匹配算法的字符识别研究[J].通信技术,2009,42(03):220-222.

作者简介:



陈国彬 男,(1982—),硕士研究生.研究方向为软件工程、Web服务、图像处理.