

一种基于模板库的车牌字符识别算法

邹 星

(重庆三峡学院 物理与电子工程学院, 重庆 404000)

摘 要:模板匹配法在汽车牌照自动识别系统中已经得到广泛应用。应用此方法的系统有一个问题是,后期车牌字符识别过程中对图像处理花费的时间、数据运算量很大。为解决此问题,文中在传统的模板匹配方法的基础上提出了一种新的基于模板库的模式匹配改进型算法。通过建立模板库,规避了传统算法中车牌的倾斜矫正这一环节,减少了系统运行时的数据运算量,提高了系统处理速度。增强其在车牌倾斜时的识别率、准确率同时,还有很好的鲁棒性。

关键词:车牌识别;模板匹配;模板库;算法

中图分类号:TP314

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)04-0128-04

A License Plate Character Recognition Arithmetic Based on Template Library

ZOU Xing

(College of Physics and Electronic Eng. of Chongqing Three Gorges University, Chongqing 404000, China)

Abstract:Mask matching recognition method has been widely applied in motor vehicle plate recognition, however, applying this method costs much time to deal with the image and the amount of data operation is great. Based on the traditional template matching methods, this paper offers a new improved pattern-matching algorithm on the basis of template library. Through the establishment of a template library, this algorithm avoids the correction of the declining plate in the traditional algorithm, reduces the computation of the data when the system runs, improves the weaknesses of the traditional template matching method, and enhances the recognition rate and accuracy when the plate tilts, besides, it has good robustness.

Key words:license plate recognition; template matching; template library; arithmetic

0 引 言

大多数车牌识别系统是由图像捕获、车牌定位、字符分割、字符的识别四个过程组成。其中在车牌定位后对其进行图像预处理是系统中的一个重要环节。主要包括图像增强、二值化、去噪、车牌的倾斜矫正和车牌的二次定位。车牌的倾斜矫正是车牌识别系统中一个很重要的过程。在实际环境中,摄像机一般设置于车辆正上方或偏左、右。汽车经过时,拍摄图像有一定的倾斜,普通情况是水平方向的角度偏移不超过 3° ,垂直方向上的角度偏移不过 15° 。但超过 3° 以上倾斜会使字符有明显变形,为此,需要对此进行矫正。常用车牌的倾斜矫正的方法有:重心法、行心法、投影法和Hough变换法等。目前主流的是Hough变换和投影法^[1]。

文中通过新的方法尝试不经过车牌的倾斜矫正,而对车牌模板进行倾斜变换,构成标准模板库。然后进行匹配,其优点是:

(1)减少了车牌的倾斜矫正所照成的图像变形、损失和系统倾斜矫正运算所用时间;

(2)通过优化搜索,在对模板库进行增加的同时,精确度增大,但所用时间消耗基本无增加。

1 字符识别的原理和方法

字符的识别作为车牌识别系统的最后一个部分,属于模式识别的范畴。

模式识别的方法大致可以分为两类:统计的方法和结构的方法^[2]。

在字符识别方面其原理主要有三种:相关匹配、文法分析、松弛匹配。

1.1 相关匹配

相关匹配是一种统计识别方法。通过在特征空间中计算输入特征向量与各模板向量之间的距离(或相

收稿日期:2009-07-13;修回日期:2009-10-18

基金项目:重庆市教育科研基金(KJ081116)

作者简介:邹 星(1981-),男,重庆人,硕士,助教,从事人工智能和模式识别的研究。

似度)进行分类判决^[3]。常用的有:

(1) m 阶 Minkowski 度量。设 x 、 s 分别为输入特征向量和模板特征向量, n 为特征维数:

$$d(x^{\bar{w}}, s^{\bar{w}}) = \left[\sum_{j=1}^n |x_j - s_j|^m \right]^{1/m}$$

(2) 距离。在特征中,各分量的作用大小并不相同,可以得到加权距离^[4]:

$$d_j = |w_j(x^{\bar{w}}, s^{\bar{w}})|$$

(3) 度量。最简单的相似度定义为两向量方向夹角的余弦:

$$S(x^{\bar{w}}, s^{\bar{w}}) = \frac{\langle x^{\bar{w}}, s^{\bar{w}} \rangle}{|x^{\bar{w}}| |s^{\bar{w}}|}$$

1.2 文法分析

文法分析是将输入的字符看作是一个语句或符号串,将识别问题转化为判断输入的语句是否符合某种语言的语法约束条件^[5]。文法分析是典型的结构识别方法。

1.3 松弛匹配

松弛匹配法首先通过迭代运算,找出输入向量与模板向量各分量间的对应关系,然后再根据这一对应关系进行匹配^[6]。

字符识别的方法基本上分为三大类,包括神经网络的识别方法、特征分析匹配的方法和模板匹配法。

1.3.1 神经网络的识别方法

基于神经网络的识别方法主要有两种:一种是先对待识别字符进行特征提取,然后用所获得的特征来训练神经网络分类器;另一种是充分利用神经网络的特点,直接把待处理的图像输入网络,由网络自动实现特征的提取,直至识别^[7]。人工神经网络具有良好的容错性、自适应和学习能力等特点,对字符的识别率较高,但是样本训练收敛速度慢。

1.3.2 特征分析匹配的方法

特征分析匹配的方法是基于特征平面来进行匹配的,它能更好地获得字符的特征,是使用率较高的一类方法。根据所提取特征的类型,特征分析匹配的方法又可以分为整体变换分析法、由点的统计分布得到的特征抽取法、几何和拓扑的方法。

1.3.3 模板匹配法

模板匹配法是目前在车牌识别系统中运用最广泛的一种方法,该方法是将要识别的字符与事先构造好了的模板进行比对,根据与模板的相似度大小来确定最终的识别结果。其本质是度量输入模式与样本之间的某种相似性,取相似性最大者为输入模式所属类别^[8,9]。它根据字符的直观形象抽取特征,用相关匹配原理进行识别。即是将输入字符与标准字符在一个

分类器中进行匹配。不足的是对噪声很敏感,而且对字符的字体分割不具有适应性。

其公式如下:

$$R(i, j) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N y_{ij}^2(m, n) - 2 \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N y_{ij}^2(m, n) \times B(m \cdot n) + \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N B^2(m \cdot n)$$

模板图为 B , 大小为 $[M N]$, 原图为 Y , 大小为 $[I J]$ ($I > M, J > N$)。匹配的过程是设法把模板 B 叠加到图像 Y 上,比较 B 与它覆盖下的 Y 的图像的差别。若差别小于某事先设定的阈值,则认为 B 在该处与 Y 图像有较好的匹配,即找到了目标对象。 $R(i, j) = 0$ 时,表明两者完全匹配。

2 基于模板库的车牌字符识别算法

就我国 92 式机动车号牌规范规定,标准汽车牌照是由汉字、英文字母和阿拉伯数字组成,一般按照 X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 这个格式排列,其中又有些类型的车牌略有差别。其中 X1 是汉字,一般代表省、直辖市、自治区的名称或者军队的区域划分;X2 为英文大写字母(不包括 I 和 O,下同),代表发证照及监督机关的代号;X3 X4 X5 X6 X7 为汽车编码,一般为 5 位数字,即从 00001~99999。编号超过 10 万时,就由 A、B、C 等英文字母代替,其中,第三、四个字符可能是英文字母,也可能是阿拉伯数字,第五至第七个字符均为阿拉伯数字。

车牌产生形变可以分解为 3 种:水平轴(X 轴)方向上产生的倾斜、垂直轴(Y 轴)方向上产生的倾斜、 X 轴方向上产生的倾斜的基础上 Y 轴方向上再产生的倾斜(如图 1 所示)。



图1 车牌形变的三个分类

如何建立模板库,图 1 把车牌产生形变可以分解为 3 种。

我们制作模板可以分为 4 种。如图 2:(a) - (c) 无变形,原图绕图中某一点偏转;(d) - (f) X 轴方向上产生形变;(g) - (i) Y 轴方向上产生形变;(j) - (l) X - Y 轴方向上产生形变。

从图 2 可见,最复杂的是第四种。关于图形变换,

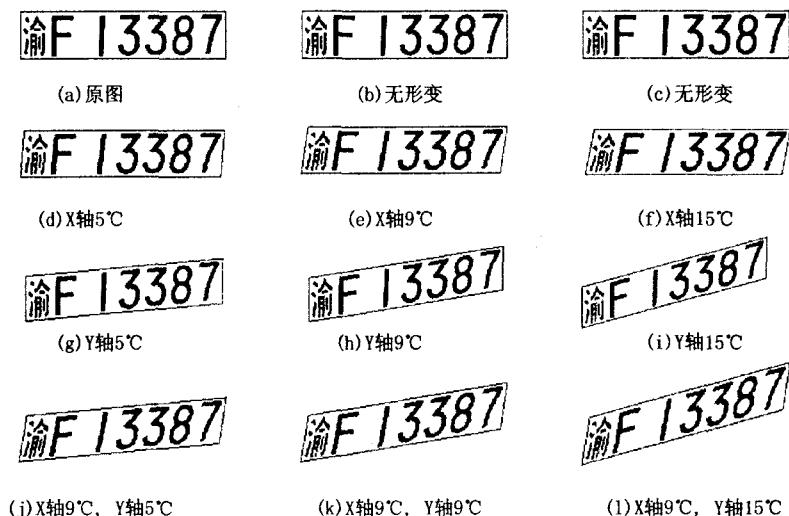


图 2 模板制作演示

解决的方法有很多种,同样可以采用坐标变换进行图像变换,首先根据要求变换的角度,对图像进行旋转操作^[10]。如原图某点 $A(X, Y)$: X 轴转 α° , Y 轴 β° 。变换后对应 $A'(X', Y')$ 坐标公式如下:

$$X' = X \cos \alpha + Y \sin \beta$$

$$Y' = X \sin \alpha + Y \cos \beta$$

由此,文中模板库的设计为:

总模板库 = 基础模板库 + 扩展模板库;

我们知道当超过 3° 以上倾斜会使字符有明显变形,以后每增加 1° 产生形变的加权值是不同的,通过实验选择了几个具有代表性的值。

对应的基础模板库为:

对 X_1 , 为 34 个省市区简称,有 34 个基本字符原型模板 + 垂直倾斜度模板 3×34 (选择 3° 、 6° 、 15°) + 水平倾斜度模板 2×34 (3° 、 5°); 共 $6 \times 34 = 204$ 个基础模板; X_2 、 X_3X_4 、 $X_5X_6X_7$ 其它如表 1 所示。

表 1 分类基础模板数

	X_1	X_2	X_3, X_4	X_5, X_6, X_7
基础模板数	204	144	204	60
	基础汉字库 A	基础字母库 B	基础数字库 C	

事实上我们制作基础模板库的时候,只需设立 3 个小基础模板库: A 34 个省市区汉字库; B 24 个英文大写字母的字母库; C 10 个数字的数字库; 共 408 个。

对应的扩展模板库 = $\sum_{i=0}^j < X > \times < Y >$, i, j 分别为 X 、 Y 轴的模板数。

如: 一个字符的扩展模板有 $(3^\circ 5^\circ) \times (3^\circ 6^\circ 15^\circ)_\perp = (3^\circ 3^\circ) + (3^\circ 6^\circ) + (3^\circ 15^\circ) + (5^\circ$

$3^\circ) + (5^\circ 6^\circ) + (5^\circ 15^\circ)$;

由此:

扩展模板库 A^1 : 204 个; 扩展模板库 B^1 : 114 个; 扩展模板库 C^1 : 60 个。

总模板库 = $A + B + C + A^1 + B^1 + C^1$

然后进行匹配, 通常情况下最多 X_1 需配对 A 或 A^1 , 204 次; X_2 需配对 B 或 B^1 144 次; X_3, X_4 需配对 B、C 或 B^1 、 C^1 共 408 次; X_5, X_6, X_7 需配对 C 或 C^1 共 180 次; 对整个车牌进行匹配需要 936 次(在后面, 我们优化后最少只需不到 156 次), 整个流程如图 3 所示。

现在, 系统识别总过程如图 4 所示。

示。

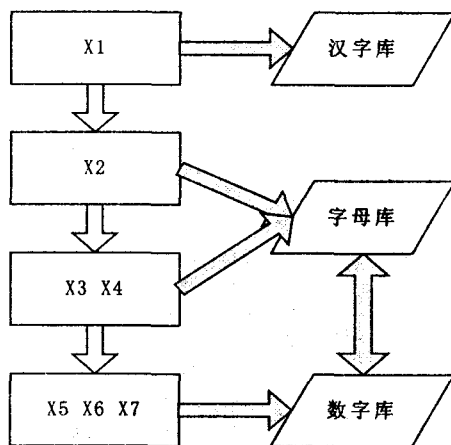


图 3 车牌字符匹配流程

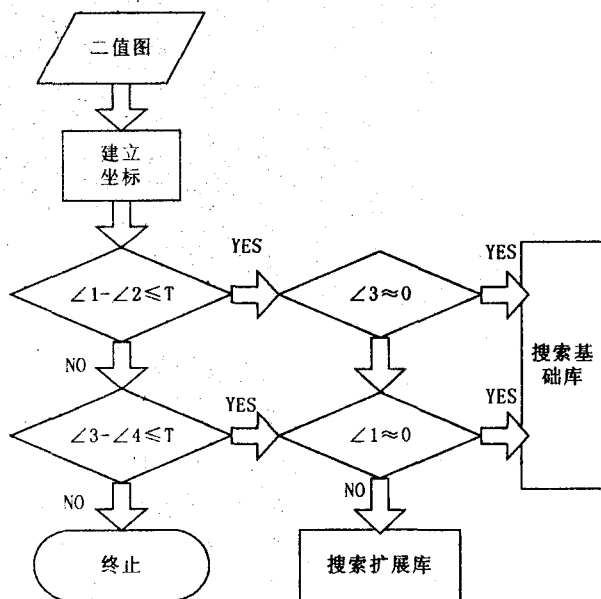


图 4 图像处理流程

算法如下:

1) 如图 5(a) 建立坐标, 对车牌左右 2 条边缘线与

Y轴所成夹角对比, $\angle 1 - \angle 2 < T_1$ ($T_1 \leq 1^\circ$ 为阈值); 满足条件进入下一步 ($\angle 3 \approx 0$), 不满足条件进入 ($\angle 3 - \angle 4$)。

2) 如图 5(b) 建立坐标, 对车牌上下 2 条边缘线与 X 轴所成夹角对比, $\angle 3 - \angle 4 < T_2$ ($T_2 \leq 1^\circ$ 为阈值); 满足条件进入下一步 ($\angle 1 \approx 0$), 不满足终止。

3) 当 $\angle 3 \approx 0$ 满足条件, 进入基础模板库, 从与 $\angle 1$ 或 $\angle 2$ 垂直倾斜度相近的模板组, 搜索、匹配、连接, 输出标准车牌值 S1; 不满足条件进入 ($\angle 1 \approx 0$)。

4) 当 $\angle 1 \approx 0$ 满足条件, 进入基础模板库, 从与 $\angle 3$ 或 $\angle 4$ 水平倾斜度相近的模板组, 搜索、匹配、连接, 输出标准车牌值 S2; 不满足条件进入扩展库。

5) 进入扩展库, 先与 $\angle 3$ 或 $\angle 4$ 水平倾斜度相近的模板, 再搜索以此模板为基础进行垂直倾斜度变换的模板找到与 $\angle 1$ 或 $\angle 2$ 垂直倾斜度相近的模板组, 搜索、匹配、连接, 输出标准车牌值 S3。

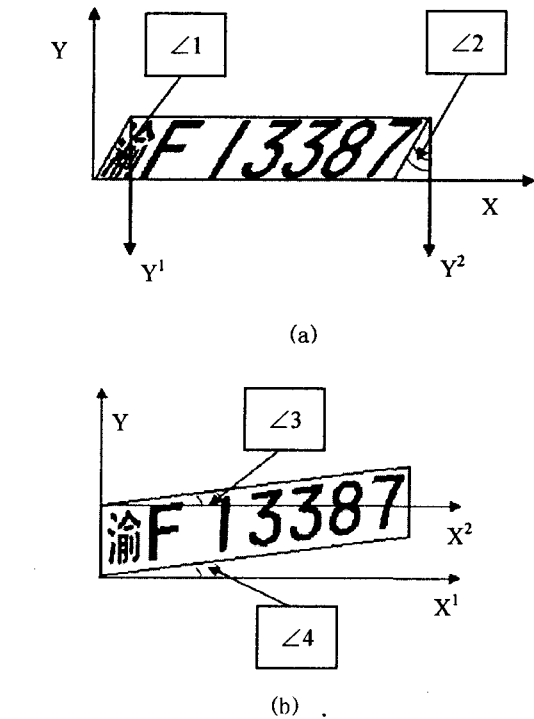


图5 车牌图像坐标化

3 实验结果

将上述改进模板匹配方法应用于汽车牌照字符的识别系统中, 使用 Matlab 仿真器进行实验。实验原始数据构成为车管所原始标准车牌照 50 张、收费站现场照片 100 张。实验结果如表 2 所示。

从表 2 中可以看出, 文中提出的方法在识别率上没有达到理想目标, 可能与原系统的兼容性有关, 但是

新方法加快了系统的处理时间, 只有前者的 2/3, 达到了设计的目的。

表2 车牌图像的分类识别结果

模板匹配	传统标准模板平均识别率		改进型模板平均识别率	
	标准车牌照	现场照片	标准车牌照	现场照片
汉字	94.24%	93.45%	70.56%	60.36%
英文字母	95.13%	94.63%	75.46%	65.27%
数字	95.74%	95.05%	76.92%	66.20%

4 结束语

在分析比较传统的模板匹配方法后, 提出了基于模板库的模式匹配改进型算法。该算法很好地利用了模板匹配法的优点。相比以往算法, 此方法在系统设计时建立模板库代替了车牌的倾斜矫正环节, 大大减小了系统运行时的运算消耗, 加快车牌识别系统的处理速度。

参考文献:

[1] Chutatape O, Li Li, Qian Xiaodong. Automatic license number extraction and its parallel implementation [J]. IEEE, 1999, 735: 704-709.

[2] Wang Shen-Zheng, Lee Hsi-Jian. Detection and recognition of license plate characters with different appearances [C] // IEEE Proceedings of Intelligent Transportation Systems. [s.l.]: [s.n.], 2003: 979-984.

[3] 邓红耀, 管庶安, 宋秀丽. 投影和模板匹配相结合分割车牌字符 [J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(6): 1568-1570.

[4] 宋怀波, 路长厚, 王富春. 基于小区域字符模板匹配的金属牌字符串识别 [J]. 武汉理工大学学报, 2007, 29(6): 125-127.

[5] 黄山. 车牌识别技术的研究和实现 [D]. 成都: 四川大学, 2005: 116-118.

[6] 廖岳, 万峰, 杜明辉. 弹性模板匹配算法中的特征选择 [J]. 计算机应用, 2004, 24(12): 212-214.

[7] 王海蛟, 李文举, 王新年, 等. 基于边缘颜色聚类 and 神经网络的车牌类型识别 [J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(26): 196-198.

[8] 崔政, 李壮. 两种改进的模板匹配识别算法 [J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(6): 1083-1085.

[9] 张晶, 李志敏, 黄凡. 一种改进的自适应模板匹配法 [J]. 微计算机信息, 2008, 24(9): 166-167.

[10] 田娟, 郑郁正. 模板匹配技术在图像识别中的应用 [J]. Transducer and Micro-system Technologies, 2008, 27(1): 112-114.