

# 机动车车牌自动识别系统与 VMLA 定位算法

朱风云 曹晓光 Ahmed Hassanien 胡爱明

(北京航空航天大学图象处理中心, 北京 100083)

**摘要** 介绍了一种机动车车牌自动识别系统及其机动车车牌自动定位的 VMLA (Vector Map Location Algorithm) 新算法。该算法基于机动车车牌字符笔画两个边缘互相关值最大这一特征, 先利用粒子图象测速原理得出位移矢量图, 然后在位移矢量图中定位机动车车牌。VMLA 算法具有实时、机动车车牌大小在较大范围内自适应的特点, 同时还能得到机动车车牌字符与背景对比情况、机动车车牌大小的粗略估计等信息, 这些信息对后续车牌的精确定位、分割、识别非常有用。540 幅机动车车牌图象的初步实验结果为定位速度 0.2s/个, 定位正确率 98.9%。这表明该方法速度快、一次定位正确率高, 是一种极有潜力的定位新算法。

**关键词** 模式识别 (520 · 2040) 自动识别系统 机动车车牌 互相关 矢量图

**中图分类号**: TP391.41 U491.116 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2003)06-0679-04

## A License Plate Auto-recognition System and the Vector Map Location Algorithm

ZHU Feng-yun, CAO Xiao-guang, Ahmed Hassanien, HU Ai-ming

(Image Processing Center, BeiHang University, Beijing 100083)

**Abstract** A license plate recognition system and a new license plate location algorithm, which is called Vector Map Location Algorithm (VMLA), are introduced in this paper. The algorithm is based on the feature that the stroke of license plate characters and numbers have two edges which have the maximum cross-correlation values. Thus by using the same method of flow PIV (Particle Image Velocimetry), a kind of vector map can be calculated and showed. VMLA is a real-time and plate-size-adaptivity algorithm at a large range. At the same time, the contrast-condition about the character to the background and a coarse estimation to the width of the stroke of license plate characters and numbers also can be derived from the map. Those above information are important to location precisely, character segmentation and recognition. The testing result of 540 images is that it costs about 0.2 second to process an image and 98.9 percent of the picture have good result, which shows that VMLA is a fast, high-accuracy-rate and promising location algorithm.

**Keywords** Pattern recognition, Auto-recognition system, License plate, Cross-correlation, Vector map

## 0 引言

机动车车牌(以下简称车牌)自动识别系统是智能交通控制系统的一个重要组成部分,可广泛应用于高速公路收费站,停车场出入口等场所。车牌自动识别包括车牌定位、字符分割、字符识别 3 个主要的步骤。车牌定位(也称为车牌分割)是车牌自动识别系统中的关键步骤,对车牌大小自适应性强、速度快、准确率高的车牌定位方法对于整个自动识别系

统性能指标的影响是至关重要的。

车牌定位目前主要有基于彩色的方法、基于搜索车牌边框的方法、基于灰度梯度的方法、基于频域或其他变换域的方法等几大类<sup>[1,2]</sup>,结合这些基本方法与各种优化算法又派生出许多其他定位算法,所有这些算法的共同缺点是不能对车牌大小自适应,而是将车牌大小作为一个必要的先验知识加以利用,此外每种方法也存在各自不同的局限性,例如:基于彩色的分割对于无法得到彩色图象的情况显然完全失效;基于搜索车牌边框的方法在光照不均,有

基金项目:航空科学基金项目(99A51113)

收稿日期:2002-01-22;改回日期:2003-01-23

强光干扰时失效,对车牌边框不明显的图象效果差;基于灰度梯度的方法在复杂背景下,对干扰比较敏感;基于经典变换域的方法也有上述类似问题存在。

基于互相关矢量图的车牌定位新算法(VMLA算法),是在反复研究车牌特征及借鉴粒子图象测速互相关(Particle Image Velocimetry缩写为PIV)算法原理的基础上而形成的。VMLA算法是基于车牌字符笔画两个边缘互相关值最大的原理,由原始图象构造两幅图象,用类似粒子图象测速互相关方法求出“位移矢量图”,再从中依据先验知识进行车牌定位的新算法。该算法不需车牌大小(绝对大小)信息,可在车牌两倍大小范围内自适应车牌大小,同时还可以得到对后续处理非常有用的信息。

## 1 车牌自动识别系统简介

车牌自动识别系统的识别主要由以下步骤完成:(1)用红外摄像机采集车辆正面车牌红外图象(白天为可见光图象);(2)在该图象中进行车牌的一步定位,即选取车牌位置的一个候选点(要求该点落在车牌上);(3)在定位点的基础上精确定位车牌字符的上下边缘及左右边缘;(4)车牌字符的分割;(5)分割后字符的识别。

整个识别过程流程框图如图1所示。

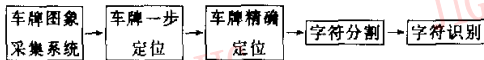


图1 车牌自动识别系统流程框图

由于采用红外图象,无法得到彩色信息,故车牌定位时基于彩色的定位方法失效,同时由于采集的图象(包括白天可见光图象和夜间红外图象),总体质量不高,故基于边框搜索的方法效果也不理想。经过实验发现,基于梯度的方法对复杂背景非常敏感,特别是大灯、进气道栅格板等灰度变化剧烈区域常常被误识别为车牌,因而需要反复多次定位,这样就浪费了大量的时间。为了克服上述缺点,本系统采用了VMLA算法。

## 2 基于互相关矢量图的定位算法

### 2.1 PIV基本原理简介

粒子图象测速互相关算法的基本原理<sup>[3,4]</sup>是:在极短时间间隔内( $\Delta t = t_1 - t_2$ )拍摄两帧含有示踪粒

子的激光照明流场图象。合适的粒子大小、浓度下两幅图象中粒子只发生很小的位移,并且可以假设粒子之间的相对位置几乎不变。这时在第1幅图象中取一块小区域,在第2幅图象对应位置附近一个搜索区域内搜索、计算出互相关值最大的位置即为第1幅图象所取区域所代表的点于第2时刻所处的位置,这样就求出该区域代表的流场中,局部区域的平均位移,进而得出该区域所代表点的速度,并形成整个流场的位移或速度矢量图,称为互相关矢量图。

互相关计算所用的公式为

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (C_1(i, j) C_2(i, j))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (C_1(i, j) C_1(i, j)) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (C_2(i, j) C_2(i, j))}}$$

其中, $i, j$ 为图象坐标; $C_1(i, j)$ 为 $t_1$ 时刻,即第1幅图象中,匹配窗口内的对应点像素灰度值, $C_1(i, j) \geq 0$ ;  $C_2(i, j)$ 为 $t_2$ 时刻,即第2幅图象中,匹配窗口内的对应点像素灰度值, $C_2(i, j) \geq 0$ 。

显然 $0 \leq \sigma \leq 1$ ,当且仅当 $C_1(i, j) = C_2(i, j)$ 时 $\sigma = 1$ 。

### 2.2 车牌特征分析

通过对车牌特征的研究分析不难发现,车牌区别于背景的最大特征就是车牌中含有汉字、英文字母和阿拉伯数字等字符,进一步研究后还可发现,字符(特别是英文字母和阿拉伯数字)含有统计相关性极强的两个边缘,例如进行常规横向导差分边缘检测时,字符有两个边沿:一个是正向沿,另一个是负向沿,而这两个沿的距离就是字符笔画的宽度。在含有车牌的图象中,其他字符(包括车标、非车牌编号、广告等)、进气栅格板等也具有这种特征,但又不难发现,非车牌字符在字符笔画宽度、字符相互间隔、字符数量上都与车牌字符有明显区别。进气栅格板在宏观尺寸上与车牌的大小是有明显区别的,并且二者之间的相对位置也是基本确定的。这些先验知识足以将它们区分开来。

### 2.3 基于互相关矢量图定位方法的原理及分析

PIV图象的特征为均匀暗背景中含有对比度很强的分散粒子,所计算的相关性为局部粒子群的统计相关性。将粒子图象互相关法测速原理应用于车牌定位,关键在于构造出类似PIV的图象,将车牌图象求水平差分,就可提取出字符笔画的两个边沿,然后在设定的自适应阈值下(取阈值可大大降低噪声干扰)将差分结果为正的数据放入一个图中,差分

结果为负的数据反相后放入另外一个图中,这样就形成了如同粒子图象互相关法测速那样的图象对,且图象特征也是均匀暗背景中含有互相关的亮边缘,再经过图象对之间局部互相关计算,就可得到类似的“位移矢量图”。

在位移矢量图中,车牌区域应该是一块位移方向相同、大小相等或接近的矩形区域。显然,(1)车牌处位移矢量的大小就是字符笔画宽度的一个粗略的统计估计;(2)位移矢量的正负反映了车牌字符与背景的对比关系。

由于位移矢量图的引入,即由原始图象向位移矢量图映射,使车牌定位空间大大降维(由原始图象  $767 \times 576$  降至  $10 \times 10$  数量级),这就为车牌大小自适应提供了良好的条件,同时也为实时定位创造了良好条件。

### 2.4 VMLA 算法的实现

VMLA 算法具体实现时需要考虑如下因素:

- (1)差分结果阈值的选取,阈值太大,则车牌无法显现完整,阈值太小,则噪声干扰严重,影响后续步骤;
- (2)互相关匹配窗口大小的选取;
- (3)互相关匹配搜索区域的选取,由于车牌字符水平方向相关性最强,故只在水平方向搜索匹配。

VMLA 算法具体步骤如下:

- (1)对全图做模板为  $[1, -1]$  的运算,求出全图的水平差分结果图  $X(i, j)$ 。

- (2)取差分结果绝对值最大的 1% 为自适应阈值  $T$ 。

- (3)按如下规则形成两幅待求相关的图象

$$C_1(i, j), C_2(i, j);$$

$$\text{IF } X(i, j) > T \text{ THEN } C_1(i, j) = X(i, j);$$

$$C_2(i, j) = 5$$

$$\text{IF } X(i, j) < -T \text{ THEN } C_2(i, j) = -X(i, j);$$

$$C_1(i, j) = 5$$

$$\text{IF } -T < X(i, j) < T \text{ THEN } C_1(i, j) = C_2(i, j) = 255$$

- (4)选取包含 3~4 倍字符宽度作为匹配窗宽,  $1/3$  至  $1/2$  倍字符高度作为匹配窗高,最大字符笔画宽度 1.5 倍为搜索范围进行左右扫描搜索,取互相关值  $\sigma$  最大点对应位移为该点的位移。由此得到位移矢量图。

- (5)在降噪滤波后的位移矢量图中,按先验知识搜索车牌,得到定位结果。

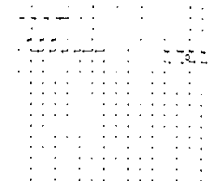
### 3 实验结果

实验数据集为 540 幅  $767 \times 576$  pixels 可见光灰度图象,其中车牌尺寸最小为  $160 \times 20$  pixels,最大为  $340 \times 50$  pixels,如图 1 所示。图 2 是一组典型车牌及其对应的位移矢量图及最后的定位结果。图 3 是定位失效的车牌图象及其位移矢量图。

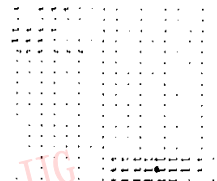


(a)  $160 \times 20$  pixels

(b)  $340 \times 50$  pixels

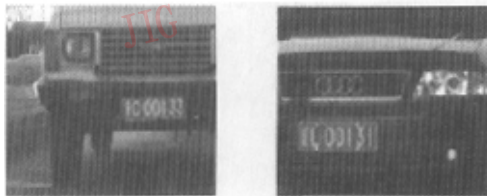


(c) 图 1(a) 的位移矢量图及其定位结果(图中⊙处)



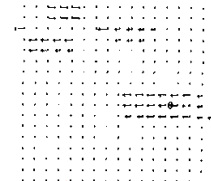
(d) 图 1(b) 的位移矢量图及其定位结果(图中⊙处)

图 1 车牌面积不同的车牌图象

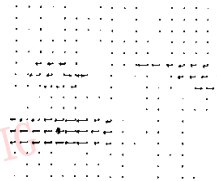


(a)  $270 \times 28$  pixels

(b)  $280 \times 32$  pixels

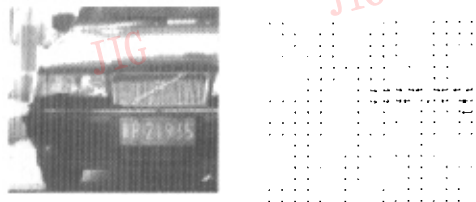


(c) 图 2(a) 的位移矢量图及其定位结果(图中⊙处)



(d) 图 2(b) 的位移矢量图及其定位结果(图中⊙处)

图 2 车牌图象及其对应的位移矢量图和其定位结果



(a) 车牌图象

(b) 图3(a)的位移矢量图

其中车牌处的位移矢量为0

图3 定位失效的车牌图及其位移矢量图

540幅图的初步实验结果为534幅图有效,6幅图象车牌处位移矢量为0.一次定位正确率为98.9%.每个车牌定位时间 $\leq 0.2s$ .分析其失效原因为车牌处字符与背底对比远小于背景中的干扰因素.

#### 4 结果讨论

由初步实验结果可知,车牌定位VMLA算法是一种有效的定位算法,它可以对车牌自动、自适应地进行实时定位,是一种非常有潜力的车牌定位算法,其主要特点在于:(1)可对车牌大小在两倍范围内自适应,无需车牌大小(在图象中的绝对大小)的先验知识;(2)位移矢量组结构可以区分出非车牌大小字符、强光区域、进气格栅板等;(3)位移矢量方向可以预测车牌字符与背底的黑白对比情况;(4)位移矢量大小可以经统计平均后得到字符笔画宽度的粗略估计值.前两个特点保证了本算法的鲁棒性,而后两个特点则对后续车牌精确定位、字符分割及识别非常重要,是其他定位算法所不具备的功能.

当然,要依靠一个特征将车牌定位问题完全解决是不现实的,下一步研究的重点将是如何结合一些其他的特征将这一问题解决得更完美彻底.

基于互相关矢量图的算法对类似的模式识别问题也有一定的参考价值.

#### 参考文献

- 1 赵雪春,戚飞虎.基于彩色分割的车辆牌照自动识别技术[J].上海交通大学学报,1998,32(10):4~9.
- 2 张炜,工庆,赵荣椿.汽车牌照的实时分割方法[J].西北工业大学学报,2001,19(2):35~37.
- 3 Westerweel J. Fundamentals of digital particle image velocimetry [J]. Measurement Science Technology, 1997, (8):1379~1392.
- 4 Cao Xiao-guang, Shen Gong-xin. Pyramid algorithm method for the cross-correlation PIV [CD, 24f1-1]. In: 9<sup>th</sup> International Symposium on Flow Visualization[C], Edinburgh, UK, 2000.



**朱风云** 1975年生,2000年9月考入北京航空航天大学图象中心攻读硕士学位,2002年9月提前攻读博士学位.专业为模式识别与智能系统.主要研究方向为图象处理、模式识别等.



**曹晓光** 1963年生,北京航空航天大学图象处理中心副教授,在职博士.主要研究领域数字图象处理与识别和应用图象系统开发.发表论文10篇.



**Ahmed Hassanien** 1970年生,埃及留学生,现在北京航空航天大学图象处理中心攻读博士学位,专业为模式识别与智能系统.主要研究方向为图象处理、模式识别等.



**胡爱明** 1970年生,北京航空航天大学图象中心博士研究生.主要研究方向为图象处理、图象理解、计算机视觉、模式识别与智能系统.