

# 基于多特征的车辆一致性检测的研究与应用

孔超<sup>1,2</sup>, 高珏<sup>2</sup>, 陈开云<sup>1,3</sup>, 许华虎<sup>1,3</sup>

(1. 上海大学 计算机工程与科学学院, 上海 200072;

2. 上海大学 计算中心, 上海 200444;

3. 上海上大海润信息系统有限公司, 上海 200444)

**摘要:**文中主要研究封闭区域内多摄像机间车辆跟踪时车辆的同一性识别问题,提出一种基于车辆多种特征的、多摄像机间的车辆目标一致性匹配方法。该方法采用背景减法分割出感兴趣区域,对感兴趣区域采用灰度和彩色区间分割相结合的方法定位车牌,并识别车牌信息及车辆的HSI颜色信息;同时利用边缘检测算法和矩不变量技术对车型进行识别,最后采用特征加权法对车辆进行一致性匹配。实验结果表明这种匹配方法在外界条件良好时可以较好地检测出同一车辆目标。

**关键词:**车牌识别;车辆类型识别;矩不变量

**中图分类号:**TP31

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2012)03-0031-04

## Target Multi-Feature Based Consistency Checking of Vehicles

KONG Chao<sup>1,2</sup>, GAO Jue<sup>2</sup>, CHEN Kai-yun<sup>1,3</sup>, XU Hua-hu<sup>1,3</sup>

(1. School of Computer Engineering and Science, Shanghai University, Shanghai 200072, China;

2. Computing Center, Shanghai University, Shanghai 200444, China;

3. Shanghai Shangda Hairun Information System Co. Ltd, Shanghai 200444, China)

**Abstract:** It presents a method of target consistency match of vehicles based on multi-features and different cameras. With the help of background minus division, it picks up regions of interest, which could lead to the recognition of license plate by the combination of breakup of grayscale and colorful zones. And the information of HIS about the vehicle is obtained, too. The algorithm of edge detection and the technology of invariant movements are applied to distinguish the vehicles. Eventually, the consistency of the vehicles is judged by weighted features. Experimental results show that vehicle target can be detected when have a good external conditions.

**Key words:** license plate recognition; type recognition of moving vehicles; invariant movements

## 0 引言

基于视频的车辆自动检测和跟踪是计算机视觉中一个重要的研究领域,由于车辆不仅在自身的形状、尺寸、颜色各不相同,而且外观随着姿态而变化,户外环境引起光照条件的变化,复杂的背景并随着摄像机的运动不断变化,路面车辆检测一直是计算机视觉领域一项极富挑战性的任务。目前车辆检测的方法主要有:基于特征的方法、基于运动分析的方法、基于模型的方法。在基于特征的方法中,利用前方车辆图像中的一些显著特征来将车辆从背景中分割出来,常用的特征有阴影、对称性、边缘等。但这些现有的车辆检测主要局限于一种基于单个摄像机检测范围内的跟踪。

这种跟踪对于运动范围较大的车辆来说不能很好地反映车辆的行驶路线和局部区域的车流量状况。如在校内、厂区内等具有多摄像机的封闭区域,以及一些对安全性要求比较高的区域,能够跟踪并标记每辆车辆的行驶路线,有着十分重要的意义。文中主要就是在已有的一些局部车辆跟踪的思想,提出一种多摄像机间车辆目标一致性检测的方法,为多摄像机间车辆跟踪提供系统支持。

## 1 系统分析及技术方案

文中旨在设计一种一定封闭区域内基于多摄像机的车辆的跟踪及轨迹描绘。在起始点选择目标车辆后提取目标车辆的特征信息,包括车辆的外形、颜色、车牌等信息并标记车辆行驶的初始点。然后提取关联监控点的视频图像,分析一定时间段内画面里的车辆信息,根据一定的匹配准则,获取车辆的相似度指数,在

收稿日期:2011-07-26;修回日期:2011-11-02

基金项目:国家高技术研究发展“863”计划(2007AA041604)

作者简介:孔超(1986-),男,河南济源人,硕士研究生,研究方向为图像识别;许华虎,博士,教授,研究方向为人机交互、图像处理。

大于一定阈值的车辆里选择匹配程度最高的车辆为目标车辆,标记目标摄像机,循环检测直到车辆离开监控图像一定时间。文中主要讨论不同摄像机间的车辆匹配方法。车辆轨迹跟踪框图如图 1 所示。

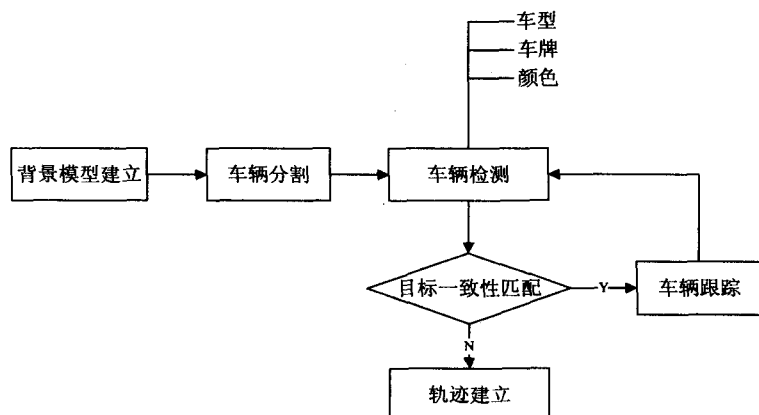


图 1 车辆轨迹跟踪框图

## 2 感兴趣区域提取

首先通过摄像头获取到交通场景中的实时视频序列图像,然后对获取到的图像进行感兴趣区域(Region Of Interesting, ROI)提取<sup>[1]</sup>,然后将提取到的 ROI 进行车辆检测,依据一定的图像处理方法和准则判断所选 ROI 区域是否为车辆。这一步是对交通场景序列图像中的车辆进行预分割,将图像中有可能是运动车辆的区域从交通场景中分割出来,以便进行后续的车牌、颜色以及车辆外观的识别与检测操作。目前车辆检测的主要方法有背景减法、帧差法、光流法以及统计学方法。其中背景差法为静止背景建立背景模型,通过将当前图像帧与背景模型进行比较,确定出亮度变化最大的区域,即认为是前景区域。这种方法计算速度快,可以获得运动区域完整精确的描述,但对场景中光照条件和大面积运动较敏感。计算方法如下:

假设  $\{D_{i,j}\}$  为背景差图像,  $\{C_{i,j}\}$  和  $\{B_{i,j}\}$  分别为当前帧和背景图像,计算  $D_{i,j} = |C_{i,j} - B_{i,j}|$ , 车辆检测  $\{V_{i,j}\}$  可表示为:

$$V_{i,j} = \begin{cases} 1; D_{i,j} \geq T \\ 0; V_{i,j} < T \end{cases} \quad (1)$$

这里  $V_{i,j} = 1$  表示对应像素为车辆区域,否则属背景区域。由公式可看出能否获得精确可靠的背景图像对车辆的准确检测至关重要。

最常用的背景更新方法是多帧平均法<sup>[2]</sup>和选择更新法<sup>[3]</sup>。多帧平均法是将前面输入的若干图像帧的平均值作为新背景。文中采用如下方式<sup>[4]</sup>获取更新的背景图像:

$$B_j = KB_{j-1} + (1-K)C_{j-1}, 0 < K < 1 \text{ 且 } K = N/(N+1) \quad (2)$$

上式中,  $B_j$  为当前的更新背景,  $B_{j-1}$  为上一幅背景,  $C_{j-1}$  为上一幅场景图像,  $K$  是指背景更新率。当  $K$  越接近 1, 新的背景图像就越接近上一幅背景图像。

选择更新法是只将没有检测到运动的区域作为背景进行选择性更新。在更新背景图像前,先比较相邻两幅图像的像素差值,若差值小于一定阈值,则认为在这个位置没有检测到运动车辆,可以对这一点进行背景更新。依次判断两幅图像上的所有点,完成背景更新操作。

## 3 车辆特征提取

车辆特征主要包括车辆的颜色信息、车牌信息以及车辆的外形信息。车牌是车辆最主要的特征之一,它能够唯一地标示每一辆车辆。是车辆目标一致性匹配的重要依据。但由于车辆在视频中出现的距离或姿态的多样性,监控有可能捕捉不到车辆的车牌信息,所以还需提取车辆的外形及颜色信息。

### 3.1 车牌提取

车牌提取主要包括车牌定位<sup>[5]</sup>、字符分割以及字符识别。其中关键是车牌的定位以及字符的识别。图 2 为车牌识别过程的示意图。

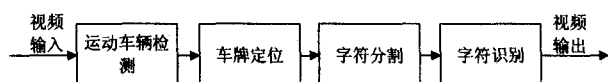


图 2 车牌识别流程图

如图 2 所示,在检测到车辆信息后,首先使用灰度投影和彩色区间分割相结合的方法定位车牌,先用一维梯度算子作用于图像,再对得到的梯度图像进行横纵向投影,找出车牌的大致位置;然后对彩色图像区域分割,找出车牌的准确的位置。然后再对车牌进行二值化处理,对二值化后的车牌图像进行纵横投影,使用阈值法确定每个字符的位置,并用线框标示出来。

常用的车牌字符识别方法有模板匹配法<sup>[6]</sup>、特征匹配法以及神经网络法<sup>[7]</sup>,文中采用  $X * Y$  的模板与待识别的图像进行比较,取相似度最高的字符。

(1) 目标归一化。使用画图工具将车牌汉字、数字和英文字母做成宽高为  $120 * 240$  (像素) 大小的黑白图像模板。且将待识别的字符图片放缩至  $120 * 240$  (像素)。

(2) 字符识别。将待识别的首字符与汉字模板匹配,第二个字符与汉字模板匹配,后五个字符与数字及字母模板匹配。使用像素相减的方法获得最佳的匹配模板即为识别结果。

### 3.2 颜色识别

车辆的颜色信息是指车身的主要颜色成分。要确

定图像中车辆上的一个像素的色彩值,文中采用的方法是将目标区域的图像颜色从 RGB 颜色空间转换到 HSI 颜色空间<sup>[8]</sup>,这样做是因为  $R, G, B$  三个分量间关联性比较强,利用这三个分量进行颜色识别一般不能得到所要的效果。而根据人眼视觉的三要素而建立的 HSI 模型就克服了这些缺点,它的优点是 HSI 三个分量相对于人眼的视觉分量,彼此之间是相互独立的(视觉心理和物理两个方面),能够获得对颜色最直观表示。而且在 HSI 空间中彩色距离是分布式均匀的,这样就容易建立误差优化标准,将可量化的误差控制在要求的范围内。转化公式如下所示:

$$\begin{cases} H = \cos^{-1} \left\{ \frac{(R - G) + (R - B)}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right\} \\ S = 1 - \frac{3}{R + G + B} [\min(R, G, B)] \\ I = \frac{R + G + B}{3} \end{cases} \quad (3)$$

在 HSI 模型中,  $H$  表示色调,  $S$  表示饱和度,  $I$  表示密度,对应图像的灰度。该模型有两个特点:一是  $I$  分量与图像的彩色信息无关;二是  $H$  分量抽取了色调而忽略了亮度信息。在实际应用中,由于户外的光照比较强,车体上通常会产生光斑影响颜色识别的结果,因此应将光斑区域分割出来,不作为识别对象。Shafer<sup>[9]</sup> 提出的 DRM 模型揭示了物质的光线反射机制,他发现物体的反射光亮度  $R$  由体反射  $R_b$  和面反射  $R_s$  两个分量线性组合而成。体反射即为物体本身的颜色,而面反射则与光源的颜色一致。一般情况下体反射分量会远大于面反射分量,即显示出物体本来的颜色。但如果物体表面光滑,就会形成镜面效果,则面反射在车体的某些地方形成的镜面反射会导致颜色突变<sup>[10]</sup>,突变区域的颜色与光源颜色一致。就太阳光而言,入射光为白光,那么光斑区域在 HSI 空间就表现为高亮度  $I$  和低饱和度  $S$ 。可以通过光斑中心的  $I, S$  的特性找到光斑的中心点。用光斑临近区域的颜色特征值代替光斑区域的颜色特征值,这样就将光斑对颜色识别的影响降到了最低。

### 3.3 车辆类型识别

车辆的分类是个复杂的问题。用图像处理的方法获得车辆本身的详细参数比较困难,所以图像识别车型,采用模型匹配的方法。现有方法主要有线框法,或抽取车辆的直线边缘,然后和模型边缘进行匹配。文中没有抽取车辆的边缘直线,而是直接使用 Canny 边缘检测的结果和模型进行匹配。Canny 边缘和模型的边缘一般存在较大的形变,解决车型识别问题的关键在于寻找具有良好描述和分类性能的特征。矩特征是全局不变量,对噪声并不敏感;再者不论目标是否封

闭,它都能较好地识别出目标对象。Hu. M. K<sup>[11]</sup> 构造出了 7 个著名的矩不变量来作为相似度量标准。

文中采用了欧氏距离来进行相似度量<sup>[12]</sup>,以 7 个不变矩作为特征向量,用欧式距离度量,模型样本相减  $X$  与  $Y$  之间的欧氏距离的定义为:

$$D(x, y) = \|X - Y\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (4)$$

上式中,  $n$  为特征向量的维数。若两幅图像出现在同一类型的区域内,那么欧氏距离  $D(x, y)$  将会较小。在对目标进行识别时,可以利用基于区域图像和基于边界的 7 个矩不变量来构造该图像的特征向量,然后计算这两幅图像特征向量的欧氏距离,把它作为两幅图像的相似度标准。

利用矩不变量进行目标一致性识别的算法的步骤如下:

首先使用 Canny 边缘检测算法检测目标的边界图。对目标图像的边界图以及区域图计算中心矩;然后把两者的中心距进行归一化处理,将每个特征元素都不同的物理意义上的幅度差异通过特征的归一化来消除。然后在归一化的基础上,计算出目标图像和待匹配图像中的目标特征向量,然后计算这两个向量之间的欧氏距离  $D$ ,即为目标图像和测试图像的归一化特征向量的欧氏距离,预先设定一个阈值  $L$  以确定两者之间的相似度,如果  $D < L$  则测试图像中的目标是要寻找的目标,反之则不是。

在实际应用中,如校园里常见的车型有三大类:客车、货车和轿车。每种车在摄像机中都有很多种姿态,所以对每种车型,都要建立多个模型以提高识别率。

## 4 目标一致性检测

多台摄像机间的目标一致性检测(见图 3),主要是在获得目标车辆的参数后,根据获得车辆的监控点的位置,通知对相关目标摄像机进行监控,获得经过车辆的信息,对每辆车辆信息采集后与目标车辆信息进行比对。当匹配率大于一定的阈值时,认为检测到车辆,同时对其它画面停止搜索,并根据当前摄像机的位置信息,通知相关联的摄像机进行监控,直到车辆离开画面一定时间,停止对监控的搜索。

在获取了检测对象的三个特征信息后,可以计算车辆的匹配程度。

$$S = k_1 P_1^2 + k_2 P_2^2 + k_3 P_3^2$$

在对三项特征进行多次单独测试后,得出三项特征的一致性可靠程度  $P_1, P_2, P_3$ 。同时根据车辆特征的重要性,分别为三个特征分配不同的权值  $k_1, k_2, k_3$ ,  $S$  为匹配程度,当  $S$  大于一定的阈值  $M$  时,则认为检测到了目标车辆。若未获取车牌的特征信息,则根据

车辆的外形及车体的颜色来进行一致性判别。

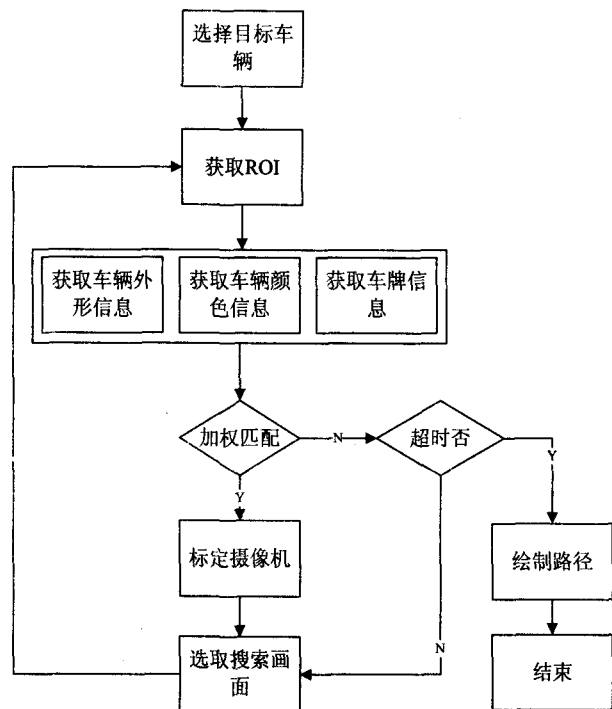


图 3 目标一致性检测过程

## 5 结束语

单目摄像机的车辆的跟踪和识别是图像识别领域一个十分重要的方向。文中针对校园以及厂区等封闭区域内,特别是在背景单一、车辆姿态展示比较全面的情况下,提出了使用多摄像机间的目标一致性匹配的方法来跟踪定位车辆行驶路线的方法,取得了一定效果。

要提高识别率,模型细分是十分重要的工作,而且可以引入更多的车辆特征,如车标、保险杠等来提高车

辆的辨别度。这为本系统的日后改进也提供了宽阔的思路。

## 参考文献:

- [1] 王圣男,郁梅,将刚毅.智能交通系统中基于视频图像处理的车辆检测与跟踪方法综述[J].计算机应用研究,2004(9):9-14.
- [2] Takaba S. A Traffic Flow Measuring System Using a Solid State Sensor[C]//Proc IEEE Conf on Road Traffic Data Collection. London, UK: [s. n.], 1984:45-56.
- [3] Hoose N. Impact: An Image Analysis Tool for Motorway Analysis and Surveillance[J]. Traffic Engineering Control, 1992, 23(4):140-147.
- [4] Abutaleb A S. Automatic Thresholding of Gray-level Pictures Using Two-dimensional Entropy[J]. Computer Vision Graphics and Image Processing, 1989, 47(2):22-32.
- [5] 李树广,吴舟舟,罗小伟.基于边缘统计和颜色特征的车牌综合自动定位方法[J].山东大学学报(工学版),2005,35(3):44-49.
- [6] 邹明明,卢迪.基于改进模板匹配的车牌字符识别算法实现[J].研究与开发,2010,29(1):59-61.
- [7] 宓浩,张燕平.基于特征投影和交叉覆盖神经网络的车牌识别[J].计算机技术与发展,2007,17(10):76-79.
- [8] 李贵俊.运动车辆类型精确识别技术研究[D].成都:四川大学,2005.
- [9] Shafer S A. Using color to separate reflection component[J]. Color Research and Application, 1985, 10(4):210-218.
- [10] 曹刚.运动车辆识别技术研究[D].成都:四川大学,2004.
- [11] Hu M K. Visual pattern recognition by moment invariant[J]. IRE Trans on Information Theory, 1962(8):179-187.
- [12] 李宗民,李华.基于结构矩不变量的形状相似性比较[J].人工智能及识别技术,2006(4):189-191.

(上接第 30 页)

- 系统[J].东北电力技术,2001(1):5-6.
- [3] 秦如玉,李浩,张玉徽.大型工业设计院综合管理信息化建设研究与应用[J].土木建筑工程信息技术,2010,2(6):46-49.
- [4] Kyung-Kwon Hong, Young-Gul Kim. The critical success factors for ERP implementation: an organization fit perspective[J]. Information and Management, 2002, 40(1):201-207.
- [5] Guo Weidong. Development of Web Information System of Corporation: An Exploring Research[C]//Intelligent Information Technology Application Workshops. [s. l.]: [s. n.], 2008:284-287.
- [6] 李新叶,苑津莎,孔英会.基于WEB服务的电力企业间MIS系统集成研究与实现[J].华北电力大学学报,2005,32(4):82-83.
- [7] 黄金敢.基于B/S结构的教学设备管理系统研究实现[J].计算机技术与发展,2010,20(2):170-173.
- [8] 刘晓慧.基于B/S结构的多媒体教室设备管理系统研究与实现[J].山东轻工业学院学报,2009(2):54-57.
- [9] 陶以政,唐定勇,何铁宁,等.基于Java和XML技术的异构信息系统数据集成框架应用研究[J].计算机应用研究,2004(15):38-40.
- [10] Park J, Sandhu R, Alm G. Role-based access control on the Web[J]. ACM Transactions on Information and System Security, 2001, 4(1):37-71.
- [11] 飞思科技产品研发中心. JSP 应用开发详解[M].北京:电子工业出版社,2004:319-320.
- [12] 张勇,马玉祥. JSP 中的定制标记库介绍[J].计算机应用,2004(12):100-101.