

非线性图像网格校正技术在车辆跟踪上的应用

方晓莹,王小君

(浙江国际海运职业技术学院, 浙江 舟山 316021)

摘要:在基于数字图像处理技术的交通监测系统中,由于摄像装置所处的角度和高度原因,使得拍摄到的图像存在非线性几何形变,致使不能精确地对车辆进行跟踪分析。为此提出了一种基于网格的图像非线性形变的校正算法,建立一个与实际路面相关的虚拟环境。在虚拟环境中,可以使车辆信息为线性变化。通过 Kalman 滤波器对车辆信息进行分析、预测,达到车辆跟踪的目的。

关键词:车辆跟踪;非线性校正;Kalman 滤波器

中图分类号:TP39

文献标识码:A

Application of grid non-linear image correction technology in vehicle tracking

FANG Xiao Ying, WANG Xiao Jun

(Zhejiang International Maritime College,Zhoushan 316021,China)

Abstract: In digital image processing technique based on the traffic monitoring system, which as a result of the angle of camera equipment and a high degree of the problem, making the existence of film images to be non-linear geometry of the deformation, and thus can not accurately track the vehicle analysis. To this end, the paper presents a grid-based non-linear deformation of the image correction algorithm, the establishment of a road information. Kalman filter through the vehicle of information for analysis, forecasting, to achieve the purpose of vehicle tracking.

Key words: vehicle tracking; non-linear correction; Kalman filter

智能交通系统是目前世界交通运输领域的前沿课题,它将电子信息技术、数据通信技术、自动控制和计算机技术综合运用用于交通运输管理体系,从而实现交通运输服务和管理的智能化。基于数字图像处理技术的交通监测系统能对采集到的视频数据进行处理,从而得到关于道路交通流量的各种参数,车辆速度和车辆行驶位置轨迹是其中较为重要的两个参数。但是摄像机所处的角度和高度的不同,会导致图像的非线性形变,这种形变将使得车辆在图像中的像素坐标不能正确地反映车辆在交通中的实际位置,给下一步的图像处理工作带来困难。本文重点研究图像中的非线性形变情况,进而提出图像网格算法——所谓网格就是根据图像标志线为参照物所制作的交通网络,即把车辆在图像中的位置坐标转换成实际坐标,提高模型计算的精确度,减少误差的一种方法。通过非线性网格校正技术,结合 Kalman 滤波器,可以有效地对车辆的移动进行预测跟踪,同时车辆速度

的计算精度也将大大提高。

1 系统综述

本文采用的系统主要是基于视频的车辆检测系统,该系统由3个比较重要的部分构成,分别为背景更新模型、非线性校正模型和车辆跟踪模型。

系统对于图像的基本处理过程如下:

(1)系统主要采取背景差分法来获取道路上的移动车辆,这里的背景主要指没有车辆出现的道路图像。系统采用实时的背景更新模型^[1]来建立道路的背景图像。通过该模型获得的背景图像能适应天气和光照变化,且满足实时更新的要求。

(2)当背景与当前帧相减后,可以得到相应的帧差图像,如图1所示,其中绝大部分背景都被滤除,保留图像中移动车辆部分。通过选取合适的阈值,滤噪后获得只有车辆的二值图像如图2所示。假定图中黑色的部分为背景,白色区域为检测到车辆区域,以下称之为斑块,主要

图形、图像及多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

是获得斑块的信息，包括斑块的位置信息和特征信息^[2]。这里的位置信息主要是斑块在图像中的位置，斑块的特征信息主要是斑块的面积、长宽比等斑块自身信息。

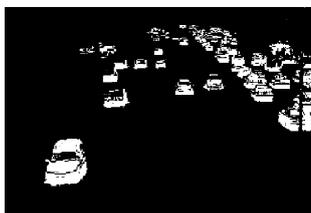


图1 帧差图像



图2 二值化图像

(3)车辆的跟踪^[3]主要是根据这些信息对车辆的位置预测并进行匹配来达到车辆跟踪的目的。这里提出的非线性网格校正技术主要是将位置信息转换到建立的虚拟环境中，由于虚拟环境是线性的，可以在虚拟环境对车辆的位置进行预测分析，并将预测的结果转换到图像坐标，从而达到车辆跟踪的目的。

3个模型的应用增加了整个系统的实时性和健壮性，其中非线性校正模型是承上启下的一个重要模型，它承接了信息的转换、分析、预测等重要的工作，并为车辆跟踪提供了可靠的信息，同时也增加了整个系统的健壮性——适用不同的摄像机角度和路面的情况。

2 非线性图像网格校正算法

非线性图像网格校正理论基础主要来自图像处理中的几何失真校正思想和数值分析中的最小二乘法函数逼近算法。由于交通图像中，交通标志线是图像中的唯一标志线，通过对其的连接，可以发现呈网格状，如图3所示，对应于实际道路中网格如图4所示，故该算法起名非线性图像网格校正算法。



图3 交通网格图

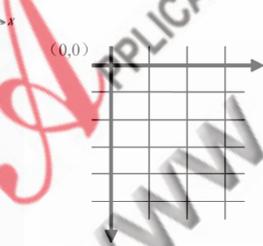


图4 实际道路中网格

2.1 几何失真校正

在许多实际的图像采集处理过程中，图像中像素之间的空间关系会发生变化，这时图像产生了几何失真或几何畸变^[4,5](显示器上出现枕形或桶形的情况也可看作一个例子)。在交通图像中，主要是摄像机架设的高度和角度问题导致拍摄的图像产生了几何失真。

2.2 最小二乘法

最小二乘法^[6]主要是采用近似的方法来尽可能地逼近所求函数，其逼近过程如下：

设 $y=f(x)$ 为原函数，给定一组数据 $(x_i, f_i) (i=1, 2, \dots, m)$ ，

在集合 $\Phi = Span\{\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_n\}$ 中找到一个逼近函数

$$s(x) = a_0\varphi_0(x) + a_1\varphi_1(x) + \dots + a_n\varphi_n(x)$$

使 $\sum_{i=1}^m [s(x_i) - f_i]^2$ 最小。

求逼近函数即求多元函数

$$I(a_0, a_1, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^m [\sum_{k=0}^n a_k \varphi_k(x_i) - f(x_i)]^2$$

的极小值点 (a_0, a_1, \dots, a_n) 。

由多元函数取极值的必要条件： $\frac{\partial I}{\partial a_g} = 0 (g=0, 1, \dots, n)$

可得：

$$\sum_{i=1}^m [\sum_{k=0}^n a_k \varphi_k(x_i) - f(x_i)] \varphi_g(x_i) = 0$$

引入内积记号：

$$(\varphi_k, \varphi_g) = \sum_{i=1}^m \varphi_k(x_i) \varphi_g(x_i)$$

$$(f, \varphi_g) = \sum_{i=1}^m f(x_i) \varphi_g(x_i)$$

则得到法方程：

$$\sum_{k=0}^n (\varphi_k, \varphi_g) a_k = (f, \varphi_g)$$

用矩阵表示为：

$$\begin{pmatrix} (\varphi_0, \varphi_0) & (\varphi_0, \varphi_1) & \dots & (\varphi_0, \varphi_n) \\ (\varphi_1, \varphi_0) & (\varphi_1, \varphi_1) & \dots & (\varphi_1, \varphi_n) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ (\varphi_n, \varphi_0) & (\varphi_n, \varphi_1) & \dots & (\varphi_n, \varphi_n) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (f, \varphi_0) \\ (f, \varphi_1) \\ \vdots \\ (f, \varphi_n) \end{pmatrix}$$

2.3 校正过程

在所拍摄的图像上建立坐标系，规定图像的左上角顶点为坐标原点。根据道路的交通标志线设定图像中的网格线（如图3所示），对应到实际道路中的网格线和坐标系（如图4所示）。通过在图像上取点获取坐标可以计算出图像网格中每条直线的方程，从而得到各线交点的坐标，在实际道路中由道路的宽度和交通标志线得到实际网格的交点坐标，这两类交点坐标有一一对应的关系。根据这些点坐标的对应关系，可以找到一个函数关系来反映图像中所有点的坐标到实际坐标的映射。

由于图像上不同位置的点非线性形变的程度不同，若所有点都对应一个映射关系则不能保证校正的准确性，为了使坐标的变换更为准确，可以建立小网格模型。在图像中的每一个网格上取8个点，分别对应到实际网格的8个点上，由这8个点的坐标对应关系建立每个网格的坐标映射函数。这样在进行非线性坐标变换时，首先判断被计算点所处的网格位置，再由相应的映射函数进行变换。这里可以根据工程需求来选择参考点的数量，参考点数量越多，逼近函数次数可以越高，精度也越高。

图形、图像及多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

3 算法应用

在系统综述中提到斑块的位置信息，以下处理框图表示了位置信息通过非线性转换来建立车辆预测从而达到车辆跟踪的目的。整个跟踪处理过程主要包括两个阶段，如图5所示。

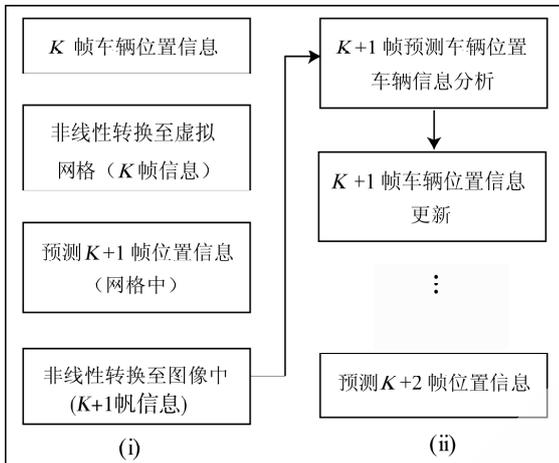


图5 基于非线性转换的跟踪过程

整个跟踪过程主要遵循了 Kalman 滤波器对目标预测而进行跟踪的思想，同时引入了非线性转换模型，使得目标的预测更加可靠、准确。在预测的同时，对车辆的信息进行及时更新，这样即使一开始获得位置信息不足，也可以随着帧数的增加慢慢自适应，达到跟踪征车辆的目的。

将该算法应用于智能交通车辆跟踪中，实验结果如图6所示。从图中可以看出，该算法不仅对单独车辆跟踪有很好的效果，而且对多目标的跟踪也适用。

非线性图像网格校正算法对基于视频的车辆跟踪起到了很大的作用，提高了跟踪效率，对图像中的非线性失真有较好的改善。

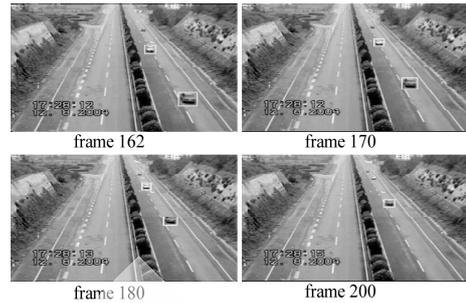


图6 车辆跟踪结果

当然该算法在配合跟踪算法时也有不足。首先，车辆的初始信息必须建立非常准确，这样才能确保接下来的跟踪可以正常进行；其次，前后两帧中车辆的变化不能太大，也就是帧间隔时间不能太长，如果帧间隔时间过长，车辆预测的位置将不是十分准确。

该算法虽然在车辆跟踪上有一定的改进，但是对于特殊情况，如弯道非线性转换、变焦后非线性系数的转换等，还需要进一步深入研究。

参考文献

- [1] BEYMER D, MCLAUCHLAN P, COIFMAN B, et al. A real-time computer vision system for measuring traffic parameters, in Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, Puerto, 1997: 496-501.
- [2] MASOUD, PAPANIKOLOPOULOS N P. Robust pedestrian tracking using a model-based approach, in Proc. IEEE Conf. Intelligent Transportation Systems, 1997:338-343.
- [3] 钟慧湘, 王钰旋, 庞云阶. 图像重建中的有理逼近方法[J]. 中国图像图形学报, 2000, 7(11):65-71.
- [4] 韩凤磊, 庞其昌. 一种图像非线性形变的恢复方法[J]. 光学技术, 2003,(5).
- [5] 李庆扬, 王能超, 易大易. 数值分析[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1995.

(收稿日期: 2009-06-04)

泰科电子宣布推出用于可现场安装的IP67工业以太网连接器

日前, 泰科电子宣布推出一款全新IP67等级的连接器产品。该产品符合ODVA标准, 是一款可用于现场安装的“通用核心插头”连接器。借助通用核心插头, 单一的模块化连接器设计将能够适用于一系列连接器配置, 达到IP20至IP65/67封装标准。该产品的通用核心插头采用绝缘皮刺破触点, 从而实现快速的无工具安装, 让实芯或多股绞线的户外终端更加可靠。

该系列连接器符合超5类线性性能的EIA/TIA-568B及IEC 60603-7-1标准, 4位插头支持高达100 Mb/s的传输速度, 而8位插头的传输速度可达1 000 Mb/s。

该产品具备UL 94V-0防火级的快速旋转卡口及极性锁定环, 符合IEC 61076-3-106 Variant 1标准, 在严酷环境中为客户提供更为可靠的连接性能。其使用的硅胶密封垫可有效防止紫外线。连接器工作温度范围为-40° C~+85° C。此外, 该产品还带有端口防护盖, 可在连接器未连接线缆时提供有效保护作用。

全新IP67通用核心插头连接器的推出进一步壮大了ODVA标准连接器产品线, 该系列产品可广泛应用于以太网/IP、设备网络及控制网络等, 涉及工业机械、诊断设备及通信设备等领域。

如需了解更多关于泰科电子IP67工业以太网连接器的详细信息, 请与泰科电子产品咨询中心联系, 联系电话: 400 820 6015, 或访问<http://www.tycoelectronics.com/customer-support/support.asp>。

(泰科电子供稿)