

计算机视觉在 交通监控中的应用

周志宇 汪亚明 黄文清

(杭州浙江工程学院计算机视觉与模式识别研究中心 310033)

摘要: 本文介绍了交通监控系统的发展, 叙述了一般交通监控系统的组成和功能, 实现了计算机视觉在交通监控中的应用如车辆检测、车辆速度检测、统计车辆数目、车辆分类等, 并指出了未来交通监控系统的发展方向。

关键词: 计算机视觉 交通监控 交通流检测 车辆分类

Application of Computer Vision Technology in Traffic Surveillance

随着城市化的发展, 人口密集度不断提高和汽车的普及, 城市交通堵塞、拥挤问题的日益严重, 构成了城市经济建设的制约瓶颈。实行交通监控, 不但能在相当大的程度上改善交通环境, 而且能为市政建设、管道铺设、道路维修、外事活动制订临时的交通管制方案, 能替公安部门探测并跟踪“可疑”车辆, 还可以为银行、信用社等金融系统的现钞运输车辆提供全程保安监控。由此可见, 发展交通监控系统, 对道路实行交通监控, 有着相当大的现实意义。

1 交通监控系统的发展

传统的交通监控方法, 如电磁感应环线圈式车辆检测器, 由于它埋在路基下, 车辆通过时对线圈的压力以及路面的维修均会破坏线圈, 而且存在不能识别车辆的行驶方向, 不能进行车辆分类等缺点。雷达波检测器只能检测运动车辆, 但对车辆缓行和车辆静止的情况就无法检测出来^[1]。

当图象处理发展成为一个比较成熟的领域, 出现了基于图象处理的交通监控系统, 但是图象处理通常是把一幅图象变换成另一幅图象, 图象处理仅是做了图象增强、图象压缩和模糊校正与非聚焦图象等工作, 它需要人工干预丢失信息的恢复任务。这种系统虽然能够检测和跟踪车辆, 能够获得一些交通流信息, 但由于无法对汽车实际尺寸的恢复, 只能得到汽车的二维尺寸的信息而得不到汽车三维形状, 从而无法对车辆分类。这样的系统无法及时将有关信息进行实时反馈, 起不到交通发生拥挤及时疏导车辆的作用。

80年代中期以来, 计算机视觉获得了蓬勃发展, 成为计算机科学的重要研究领域之一, 计算机视觉的研究目的是让计算机具有对周围世界的

物体进行传感、抽象、判断的能力, 从而达到识别、分析和理解的目的。计算机视觉的任务(见图1)是通过摄像机获取二维图象, 抽取物体的特征, 对特征抽取的结果进行识别与分类, 从二维图象中进行三维信息理解, 再对景物进行描述。基于计算机视觉的方法, 就是将摄像机安装在道路上的某个制高点上, 镜头对准道路, 每隔一定时间自动摄像一次, 经A/D转换, 转化成存储在计算机内的数字图象, 然后进行帧内分割, 合并我们感兴趣的希望分割的物体, 并发现精确的物体轮廓。帧与帧之间的分割包括边界和区域跟踪, 跟踪的目的是为了用精确的物体轮廓捕捉运动物体的连贯性^[2], 从而得到完整的交通流信息如车辆轨迹、车辆速度、通过的车辆数目和车辆分类等。

2 交通监控系统组成和功能

基于计算机视觉的交通监控系统是摄像机、图象处理板、计算机、交通监控软件组成(见图2)。首先是由摄像机把道路上的交通情况录入到图象处理板, 经过A/D转换, 而后由交通监控系统软件获取车速、流量、车辆轨迹等交通现象。

交通监控系统的功能包括: (1) 序列图象的获取; (2) 车辆的检测; (3) 检测车辆轨迹; (4) 统计车辆数目; (5) 车辆速度检测; (6) 车辆的分类识别。

3 系统功能的实现

3.1 序列图象的获取

实时的视频流处理系统由软硬件组成, 硬件由处理器、图象采集卡、

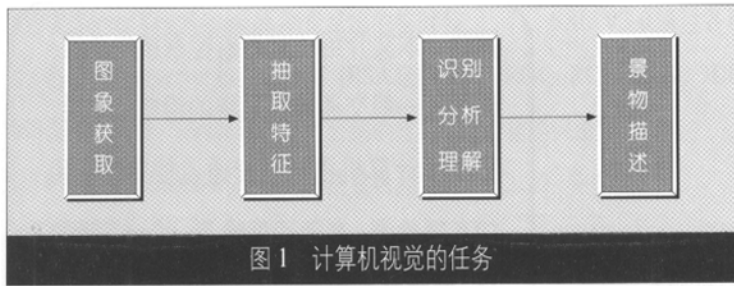


图1 计算机视觉的任务

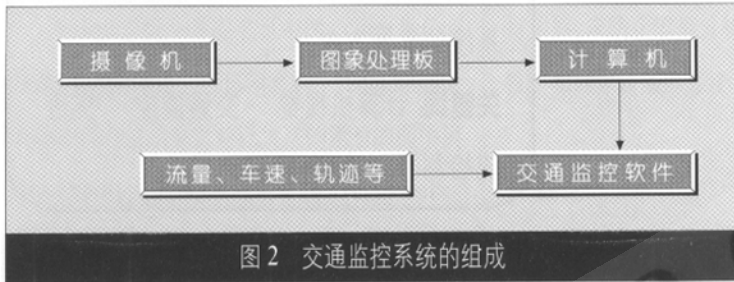


图2 交通监控系统的组成

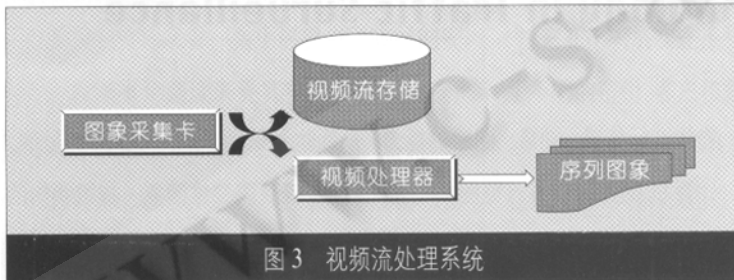


图3 视频流处理系统

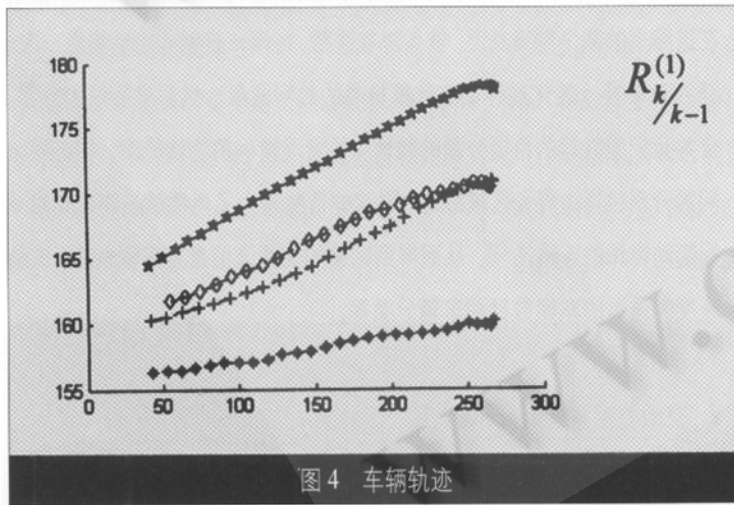


图4 车辆轨迹

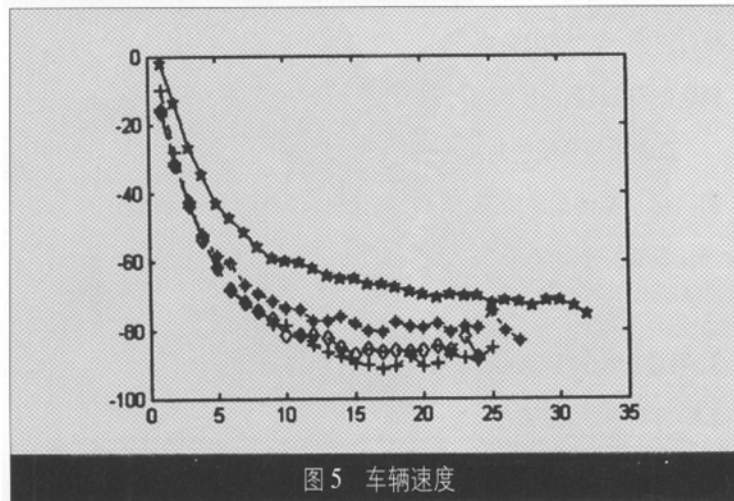


图5 车辆速度

视频存储设备等设备,软件有一整套的分析处理程序组成,系统的结构如图3所示。

3.2 车辆检测

车辆检测方法很多,如意大利热那亚大学的Giacheti等人使用光流检测前方的车辆^[3]。光流法的优点是在摄像机运动时也能检测出运动目标,缺点是计算方法复杂、抗噪性能差。MOB-LAB系统根据车辆的对称性特点将图象中的车辆近似为矩形,通过探索矩形的对称角点来检测车辆^[4]。我们采用了基于区域的检测方法,经历了差分背景、图象二值化、去除噪声、用矩形示意检测结果四个过程。差分背景方法的优点是易时实时计算,检测出的运动目标位置精确,能提供最完整的特征数据,缺点是对光线变化敏感。差分背景后取适当的阈值进行二值化。一幅灰度图象中物体的灰度分布在[0, 255]内,经过阈值运算后的图象为二值图象。

图象在生成和传输过程中由于电传感器噪声、相片颗粒噪声、信道误差及其他噪声等各种噪声源的干扰和影响而使图象质量变差,由于噪声的存在,会引起错误的聚类结果,所以有必要滤除这些噪声。均值滤波、高斯平滑滤波、中值滤波等图象预处理方法均可以去除噪声,三种去除噪声的性能比较见表1。我们选用了非线性的中值滤波^[5]方法去除噪声。

3.3 检测车辆轨迹和速度

我们对在十字路口采集到的序列图象用 $\alpha - \beta - \gamma$ 滤波跟踪,估值方程为:

$$R_k = R_{k+1} + \alpha (R_k^i - R_{k+1}) \quad (2)$$

$$R_k^{(1)} = R_{k+1} + \beta (R_k^i - R_{k+1})/T \quad (3)$$

$$R_k^{(2)} = R_{k+1} + 2\gamma (R_k^i - R_{k+1})/T^2 \quad (4)$$

预测方程

$$R_{k+1|k} = R_k + TR_k^{(1)} + T^2 R_k^{(2)}/2 \quad (5)$$

$$R_{k+1|k}^{(1)} = R_k^{(1)} + TR_k^{(2)} \quad (6)$$

$$R_{k+1|k}^{(2)} = R_k^{(2)} \quad (7)$$

其中: R_k^i 为本时刻的位置测量值; R_{k+1} 为上一时刻对本时刻的位置一步预测估值;

$R_{k|k-1}^{(1)}$ 为上一时刻对本时刻的速度一步预测估值; $R_{k|k-1}^{(2)}$ 为上一时刻对本时刻的加速度一步预测估值; $R_{k+1|k}$ 为本时刻对下一时刻的位置一步预测估值; $R_{k+1|k}^{(1)}$ 为本时刻对下一时刻的速度一步预测估值; $R_{k+1|k}^{(2)}$ 为本时刻对下一时刻的加速度一步预测估值; R_k 为本时刻的位置滤波估值; $R_k^{(1)}$ 为本时刻的速度滤波估值; $R_k^{(2)}$ 为本时刻的加速度滤波估值; T 为采样间隔; 系数 α 是滤波器的位置平滑系数; 系数 β 是滤波器的速度平滑系数; 系数 γ 是滤波器的加速度平滑系数; k 代表第 k 时刻; R 代表位置值; $R^{(1)}$ 代表速度值; $R^{(2)}$ 代表加速度值。车辆的轨迹如图4所示,车辆的速度如图5

所示。

3.4 统计车辆数目

单位时间内通过的车辆数目是进行交通疏导的重要依据。我们设计了一个累加器来统计车辆数目，并给累加器打上时间标记。当在入界线附近新出现了大面积的像素值为 255 的区域，我们就认为有新车进入跟踪范围，车辆累加器加 1。对图 5 的序列图象中的车辆统计数目如图 6 所示。

3.5 车辆的分类识别

车辆分类的数据结果对路面设计、货运流量分析、高速公路容量的分析、轴承限制以及环境分析等非常有用。车辆的分类可以根据它的长度、宽度和高度的特征进行分类。全秋红^[6]建立了立体投影模型、长度测量模型、宽度及高度估算模型、外型特点模型来进行车辆的分类识别。

我们根据人眼对车型的分类一般基于车辆的面积，提出了基于运动区域面积的模糊推理规则的车辆分类方法。车型分为{大、中、小}，车辆的面积分为{大、中、小}，英文的缩写分别为{B、M、S}，{Sb、Sm、Ss}。对运动区域进行聚类分析后，可归纳出如下的推理规则：

- (1) 若运动区域的面积大，则 T 为大型车；
- (2) 若运动区域的面积中等，则 T 为中型车；
- (3) 若运动区域的面积小，则 T 为小型车。

以上推理规则可写为：

- ① if(S_B) then T=B
- ② if(S_M) then T=M
- ③ if(S_S) then T=S

4 结束语

图象处理、计算机通信技术、计算机视觉技术发展的日新月异，基于计算机视觉的交通监控系统，实时工作性强，适应譬如高速公路、城市道路等各种交通环境能力强。使交通监控系统更加智能化，能提供更多的功能，及时地进行整个城市的数据信息共享，将交通监控系统建立在网络环境下是未来发展交通监控系统的趋势。 ■

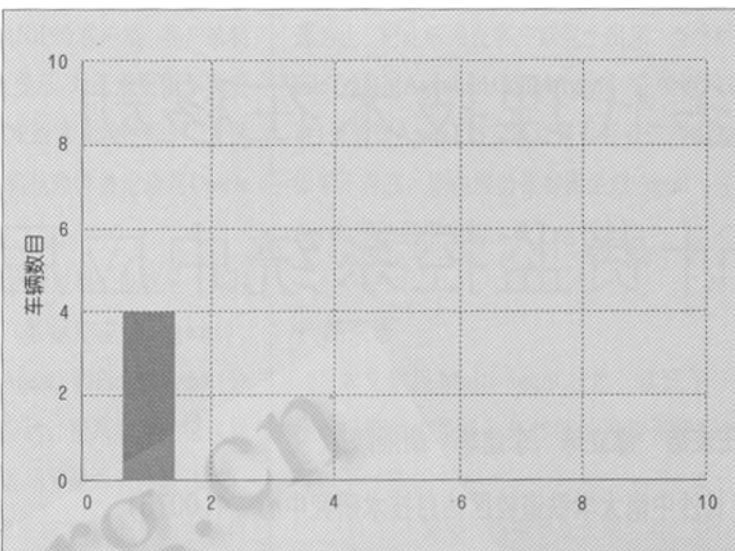


图 6 车辆统计图

参考文献

- 1 邹海涛, 王潮, 宣国荣, 柴佩琪, 基于计算机视觉的实时交通流检测及语音诱导系统, 遥测遥控, 1999,20(2):21-26.
- 2 Kim M, Jeon J G, Kwak S, Lee M H, Ahn C. Moving Object Segmentation in Video Sequences by User Interaction and Automatic Object Tracking. Image and Vision Computing, 2001, (19) : 245-260.
- 3 Giachetti A, Campani M, Torre V. The Use of Optical Flow for Road Navigation. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 1998, 14(1):34-48.
- 4 Bertozzi M, Broggi A, Castelluccio S. A Real-Time Oriented System for Vehicle Detection. Journal of Systems Architecture, 1997, 43(1-5):317-325.
- 5 贾云得, 机器视觉, 科学出版社, 2000.
- 6 全秋红, 车辆自动分类技术的探讨, 汽车运输研究, 1996, 15(1):91-94.

表 1 三种去除噪声的性能比较

原理	优点	缺点
均值滤波	能去除高频成分和图象中的锐化细节	精确定位能力差 模糊了图象中的尖锐不连续部分
高斯平滑滤波	能有效去除正态分布的噪声	模糊了图象中的尖锐不连续部分
中值滤波	去除脉冲噪声、椒盐噪声的同时 能保留图象边缘细节 不需要图象的统计特征, 计算方便	不适用于线、尖顶等细节多的图象