

Real-Time Traffic Flow Forecasting Based on Traffic Video Detection

Yang Song^{1,2,3}, Haijuan Liu^{1,2}, Huiqing Jin^{1,2,3}, Lai Jin^{1,2,3}

¹Anhui Sanlian Accident Prevention Institute, Hefei, China, 230601

²Anhui Sanlian College, Hefei, China, 230601

³Shanghai Shenqing Institute of Security Technology, Shanghai, China, 201203

Email: 369322792@qq.com

Abstract: This paper presents a computer vision and image processing method to detect intelligent traffic detection system. The system uses advanced multi-target recognition and tracking technology, which can monitor the dynamic or static vehicles within the region lock and lock the target (vehicle) for real-time tracking processing. By describing the target motion vector, calculate its motion curves, obtained this goal (moving objects) the state of motion and velocity. If the target (vehicle) with the trajectory set of conditions, will be defined as the traffic incident, and distinguish between event types, while the vehicle traffic in the counting statistics. Target identification in the vehicle, by an adaptive environment for processing, to fully adapt to a variety of roads, weather conditions and different light conditions.

Keywords: video detection; track processing; traffic; recognition

基于交通流视频检测交通流的实时预测

宋扬^{1,2,3}, 刘海娟^{1,2}, 金会庆^{1,2,3}, 金来^{1,3}

¹安徽三联事故预防研究所

²安徽三联学院交通工程学院, 合肥, 230601

³上海申磐安防科技研究院, 上海, 201203

Email: 369322792@qq.com

摘 要: 本文介绍了一种利用计算机视觉和图像处理的方法来检测车流的智能检测系统。该系统采用先进的多目标识别与跟踪技术, 可对监测区域内动态或静态车辆进行锁定并对锁定的目标(车辆)进行实时跟踪处理。通过描述目标运动的矢量图, 算出其运动曲线, 得出此目标(运动物体)的运动状态与运动速度。如果目标(车辆)的运动轨迹具备已设定的条件, 则将其定义为交通事件, 并区分事件类型, 同时对车辆进行计数统计车流里。在对机动车进行目标识别时, 进行了自适应环境处理, 以充分适应各种道路、气候状况和不同光照环境^{[1][2][3]}。

关键词: 视频检测; 跟踪处理; 车流量; 识别

1 引言

交通事件是产生交通阻塞的主要原因, 交通阻塞导致巨大的财产损失, 迫使我们必须认真考虑如何才能减少交通阻塞。减少交通阻塞和车辆延误的方法就是减小各种交通事件对交通流的影响。交通事件检测系统能够实时检测路面突发的交通事件, 并可提供车流量、车速、车间距、车道占有率等交通数据, 是确保道路安全畅通的有效手段。目前, 道路交通的事件系统分为线圈式检测系统和视频检测系统。线圈式检

测系统具有价格低、技术成熟的特点, 但是存在检测信息量小、安装维护施工困难、受车辆挤压容易损坏等固有缺陷, 难以满足长期稳定精确检测的要求^{[4][5]}。尤其国道主干公路车流量大、路况复杂, 道路开通以后将给线圈式车辆检测系统的日常维护与维修工作带来相当大的困难。同时, 路面开挖将给交通流带来巨大影响, 给维护人员的人身安全带来极大隐患。所以道路监测应逐步放弃采用线圈式车辆检测系统, 而采用在性能、成本、使用寿命、日常维护和系统升级等方面均优于线圈式车辆检测系统的视频检测系统^{[6][7]}。

2 系统构成

注: 国家“863”科研计划项目(No.2008AA11Z204); 三联学院院级科研配套项目(No.2010005)

通过摄像机将道路交通流图像捕捉下来,再将这些捕捉到的序列图像送入计算机进行图像处理、图像分析和图像理解,从而得到交通流数据和交通状况等交通信息。系统的基本工作流程如下图所示^[8]。

交通流视频检测系统是一种利用图像处理技术对交通目标检测和识别的计算机处理系统。通过对道路交通状况的实时监测,实现路段上行驶机动车数量的自动统计,行驶车辆速度和车辆类别等交通参数的自动计算操作,达到监测道路交通状况,采集有关交通参数信息的作用。同时,将检测到的交通信息存储起来,为分析和管理交通提供依据。该系统的核心技术采用的是国际先进的多目标识别与跟踪技术,可对监测区域内动态或静态车辆进行锁定并对锁定的目标(车辆)进行实时跟踪处理。通过描述目标运动的矢量图,算出其运动曲线,得出此目标(运动物体)的运动状态与运动速度。如果目标(车辆)的运动轨迹具备已设定的条件,则将其定义为交通事件、并区分事件类型,同时对车辆进行计数统计车流里^{[9][10]}。

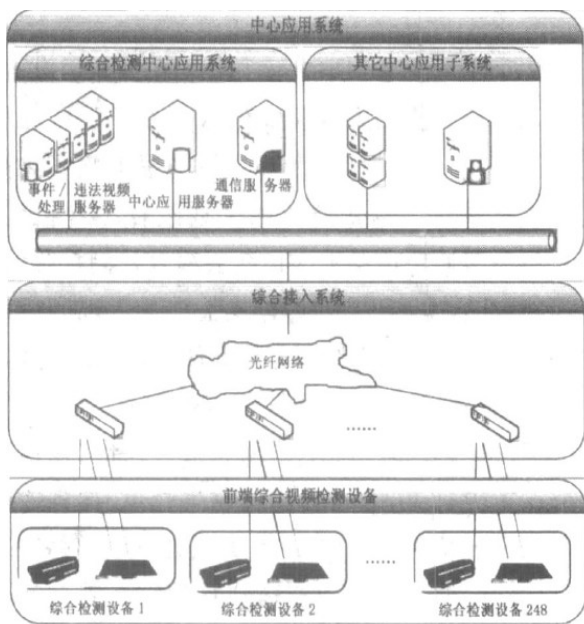


Figure 1. Integrated Traffic Surveillance System diagram of the overall structure

图1. 综合交通检测系统总体结构示意图

在对机动车进行目标识别时,进行了自适应环境处理,以充分适应各种道路、气候状况和不同光照环境。该系统能对道路上突发的撞车事件、突然停车、车辆突然驶出道路、交通拥堵、车辆慢行、行人、车辆逆行、遗洒物、路面突发异常、隧道烟雾报警等事

件进行实时检测、报警、记录、传输、统计,并将事件视频图像及报警区域图像切换到主监控画面,同时实施报警、调度警力和实施救援。并可实时计算出道路的车流量、平均车速、道路占有率、车间距等统计信息,为交通工程设计、信号控制、城市规划提供真实、准确、及时的数据资料^{[11][12]}。

交通流视频检测系统是一个集图像处理和信息管理为一体的综合系统。计算机图像处理主要由图像输入、图像存储、图像变换、图像输出和计算机接口等几大部分组成,这些部分的总体构成方案及各部分的性能优劣直接影响处理系统的质量^[13]。

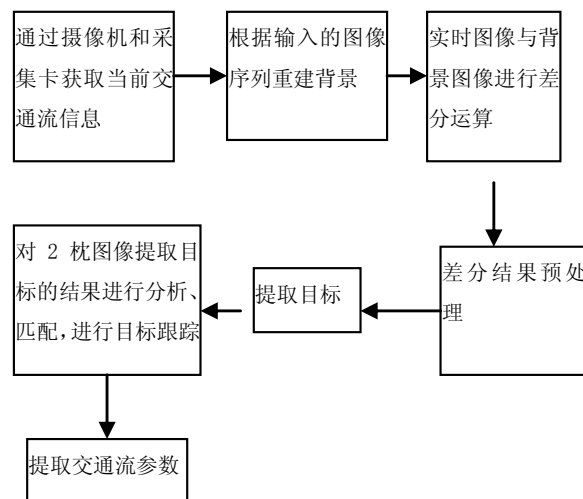


图2. 交通流视频检测流程

3 图像分割的基本原理

在对视频图像进行分析的过程中,提取运动,目标是其中的重要部分。目前最常用的方法为邻帧差分法和减背景法2种^[14]。邻帧差分法通过相邻的2帧图像相减实现运动目标的提取,算法简单实用,但将其应用于车辆检测时,由于车辆速度变化复杂,特别是当目标高速运动时,邻帧间位移较大,导致目标区重叠严重;减背景法是利用图像序列中背景固定这一特点,运用背景差分来确定运动目标这一方法在车辆检测中易于实现,效果理想。这里采用文献[4]的方法,利用输入的长度为N的图像序列来进行背景重建。由于每一幅图像都是和背景组成,将各幅图像的共同背景区域提取出来,就可以拼接成一幅完整的背景,拼接公式如下^[15]:

$$B(x, y) = \bigcup_{k=0}^{N-1} b(k, k+1, x, y)$$

其中 $\cup$ 表示图像拼接算子, $b(k, k+1, x, y)$ 表示第k幅

和第 $k+1$ 幅图像的共同背景区域。

故只需区分出每幅图像的前景和背景即可实现真实背景的重建。对于2幅图像差分后的结果,显背景的区域能量值几乎为0,属于前景的区域能量则较大;同时,背景区域的灰度概率密度函数分布具有性,而满足高斯分布的随机变量四阶统计量为0[5,6]。根据上述内容,使用下面的算法来确定背景区域:[16]

首先对第 k 幅和第 $k+1$ 幅图像做差分运算

$$d(x,y)=f_k(x,y)-f_{k+1}(x,y)$$

将结果分成 C 个子块,每块大小为 $W \times W$,记为 $\{B_k(i)\} (i=0,1,\dots,C-1)$ 。求出每个子块的能量

阶统计量 $H4$

$$E(B_k(i))=1/W^2 \sum \sum d(x,y)^2$$

$$H4=m4-3m2^2$$

其中 $m4 = \sum \sum [d(x,y)-m0]^4 / W^2$, $m2 = \sum \sum [d(x,y)-m0]^2 / W^2$, $m0 = \sum \sum d(x,y) / W^2$

如前所述只要考察 $E(B_k(i))$ 和 $H4$ 即可判断出该子块是否为背景。此处取其上限为 $E' = 1/C \sum E(B_k(i))$, $= (C \sum H4(B_k(i)))^{1/2}$ 。即如果同时满足

$$E(B_k(i)) < E', \quad H4(B_k(i)) < H'$$

则该子块属于背景。当有多个子块满足条件时,可以取其平均以得到更好的背景图像。

4 交通流参数的检测

(1)车辆计数: 对在目标检测时新进入检测区域的目标进行车辆计数,而在前一帧已存在的目标不进行计数,同时可以得到车流量[17]:

$$\text{flow} = \text{count} / t$$

(2)车速检测: 速度通过 $v = \Delta d / \Delta t$ 来计算。若取相邻2帧来进行分析,时间即帧间隔40ms,距离可通过目标的形心像素点的位移来计算。像素点的差值 Δp 与实际距离 Δd 的关系可通过摄像机角度和车道宽度得到,举例说明如下:假设摄像机视线与垂直方向的夹角为 $\theta = 60^\circ$,视频图像的分辨率为 720×576 ,监视宽度为2个车道,每个车道3.5m,即路面实际宽度为7m,路面实际长度记为 x_m ,在小范围内不考虑视觉透视效果(当检测范围很大时,可以分段计算),得到以下结果[18]

$$720/7 = 576/x \cos \theta$$

$$\Delta p 576 = \Delta dx$$

可得 $\Delta d = 7/360 \Delta p$, 如果系统检测得到当前目标移动30像素,即可计算出车辆行驶速度:

$$v = \Delta d / \Delta t = 7/360 \times 30 \times 140 \text{ms} = 52.5 (\text{km/h})$$

(3)其它参数: 路面占用率和车道占用率是用来描

述车流密度的参数,可以通过面积来求得:

$$\text{路面占用率} = \sum \text{车辆面积} / \text{道路总面积} \times 100\%$$

排队长度指车辆在等红灯期间停车线至最后一辆车尾部的长度,可以通过计算像素点个数后转化为实际长度。此外,通过检测交通参数的突变,如速度骤减,路面占用率骤升等,通过设置阈值,可检测到不同类型的违章或事故,如车辆停止、交通阻塞、逆行、闯红灯等[19][20]。

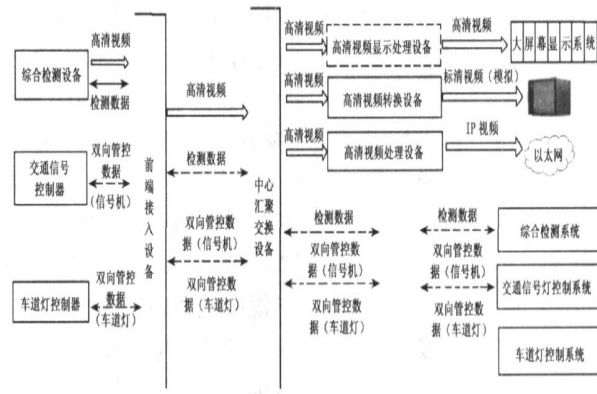


Figure3. Integrated Detection System information flow

图3. 综合检测系统的信息流程

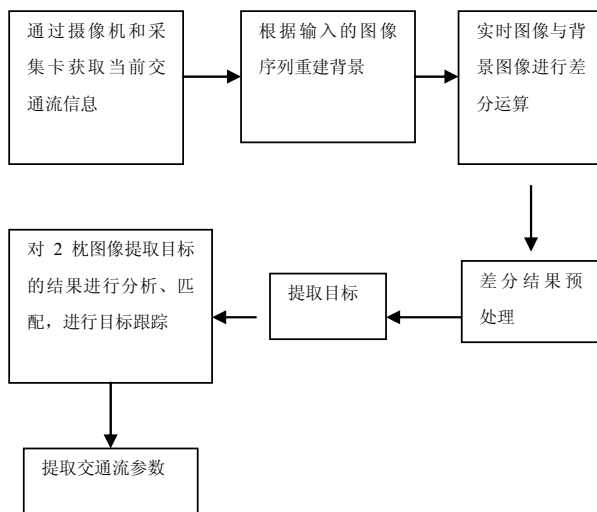


Figure 4. Software processes

图4. 软件处理流程

5 总结

将背景重建、目标提取、运动跟踪等技术和算法有效地结合起来,实现了一种基于视频的交通流参数智能检测系统。此系统为交管部门提供车流量、路面占用率、排队长度、车速等大量信息,使其能有效地进

行车辆管理和车流疏导,缓解城市交通压力。由于户外环境复杂,视线受阻、能见度过低等问题将对系统性能产生影响,尤其夜间环境光线过暗时,车辆检测的速度和准确度都会有所下降,这一问题将在今后的工作中逐步解决。

References (参考文献)

- [1] Jiang Hua-ping The Construction and Application of the Predictive Model of Highway Accidents [J] Journal of Shandong Jiaotong University 2003.3(1) P35-P36
- [2] Junguo Li Freeway Traffic Incident Detection System Video [J] Concern Ocus 2001.1P50-P52
- [3] Dong Li On traffic flow prediction of various models [J] Yi Xian Ji Shu 2000.1 P156
- [4] YU Chun-quan.Dynamic information system of real-time traffic data on Beijing road network[J].Journal ofTransportation Systems Engineering and Information Technology,2002,2(3):22-28.
- [5] YANG Pei-kai.Architecture of Intelli-gent Transport System[M]. Shanghai: Tongji University Press,2001.
- [6] YANG Zhao-sheng. Theory and Model of Urban Traffic Flow Guidance System[M].Beijing:China Communication Press,2001.
- [7] ZHENG Chang-qing.Technology and methods of road traffic information detecting system[C] Seventh multi-national Urban Traffic Conference Papers,Beijing: Tuanjie Press,2001.
- [8] GUAN Ji-zhen.Seekig and practice for building-up of in-telligent transportation information service system[J].Journal of-Transportation Systems Engineering and InformationTechnology, 2002, 2(2):24-31.
- [9] GUAN Ji-zheng.Sys-tem framework and integration of ITS common information plat-forms [J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2002, 2(4): 11-16.
- [10] ZHENG Chang-qing.Discussion of some problems about the intelligent ur-ban traffic guidance information system[J].ITS Communica-tion,2002,4(01):41-45.
- [11] Rafael C Gonzalez, Richard E Woods. Digital Image Processing[M]. Publishing House of Electronics Indus-try, 2002: 420-459.
- [12] P R Kalata. The tracking index: A generalized parameter for $\alpha - \beta$ and $\alpha - \beta - \gamma$ target trackers[J]. The 22nd IEEE Conference, 1983, 22(1):559-561.
- [13] Zhang Lei, Lin Fuzong, Zhang Bo. A CBIR method based on color-spatial feature[J]. Proceeding of the IEEE Region 10 conference, 1999(1):166-169.
- [14] Altendorf,Using J2EE on a large,web-based project,IEEE Software,2002,Vol.19.
- [15] Huwer S,Niemann H.Adaptive change detection for real-time-surveillance applications[C].Proceedings 3rd IEEE International Workshop on Visual Surveillance.Dublin:IEEE ComputerSociety Press,2000:37-46.
- [16] Harville M,Gordon G,Woodfill J.Foreground segmentationusing adaptive mixture models in color and depth[C].Procee-dings of the IEEE Workshop on Detection and Recognition ofEvents in Video.Vancouver:Canada,2001:3-11.
- [17] Stauffer C,Grimson W E L.Adaptive background mixture models for real-time tracking[C].IEEE Conf on CVPR, 1999: 246-252.
- [18] Elgammal A,Harwood D, Davis. Nonparametric model for background subtraction[C].Dublin Ireland:Proceedings of the 6th European Conference on Computer Vision, 2000:751-767.
- [19] Gordon G,Darrel T, Harville M,et al.Background estimation andremoval based on range and color[C].IEEE Conf on CVPR,1999:459-464.
- [20] Corvee E,Velastin S,Jones G A.Occlusion tolerant tracking usinghybrid prediction schemes[J].ACTA Automatica SINICA, 2003, 29: 356-368.