

基于视频的道路信息采集与发布系统

张杰, 樊霄艳, 邓卓

(郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450001)

摘要: 针对如何实时地对道路车流量进行监控并判定交通实时状况的问题,设计了一种基于视频的道路车流量信息采集与发布系统. 该系统采用改进的高斯平均法对路面背景提取和更新,利用背景差分 and 特征提取突出计算车辆个数,提高了车流量统计的效率,具有应用价值.

关键词: 高斯平均法; 背景差分; 车流量统计; 交叉口拥堵

中图分类号: TP391.9 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.2095-476X.2013.05.018

A road information acquisition and release system based on video

ZHANG Jie, FAN Xiao-yan, DENG Zhuo

(College of Computer and Communication Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Aiming at how to monitor road traffic flow with real-time intelligent and determine the real-time traffic conditions, a road traffic flow information acquisition and release system based on video was designed. Using improved Gaussian method, the road background was extracted and updated, then the vehicle number was calculated by background subtraction and feature extraction which improved the efficiency of traffic flow statistics and had application value.

Key words: Gaussian method; background subtraction; traffic flow statistics; intersection congestion

0 引言

随着我国交通事业的飞速发展和汽车数量的迅猛增加,交通拥挤影响出行的问题日趋严重. 如何实时智能地对道路车流量进行监控,从而及时了解交通情况,为有计划的出行提供决策依据,成为一个亟待解决的问题.

尽管人们可以利用导航仪或广播电台获得路况等信息,但出行者不能实时了解所需路线的状态信息. 如果拥有一个实时道路信息采集与发布系统,出行者便能够根据自己的意愿了解某个路口的畅通情况,从而选择适合自己的最佳行车路线,这对开车上班族或者时间有限的出行者来说都是非常有意义的.

在智能交通系统中,数据采集模块占有重要地位. 视频检测技术在交通信号控制系统中主要应用于交叉口车流量^[1]、分向流量、车速和排队长度的检测. 基于视频的车流量检测技术适应性强且容易维护. 检测方法主要包括光流法、灰度等级法、背景差分法^[2]、帧差法^[3]、边缘检测法等. 光流法实时性较差;灰度等级法的灰度阈值容易受环境和光线变化影响;帧差法提取的运动目标不完全;边缘检测法对于路面边缘不明显的情况,其检测结果不理想甚至会出现错误;背景差分法利用当前输入帧和背景模型差来获取运动目标,然后对处理过的图像进行特征提取,从而达到计算车辆数量的目的,是最常用的视频^[4]车辆检测方法,其优点是算法简单、处理速度快,且差分结果能直接反应运动目标的位

收稿日期: 2013-07-01

作者简介: 张杰(1972—),男,河南省驻马店市人,郑州轻工业学院副教授,硕士,主要研究方向为计算机网络.

置、形状、大小等,实时性较强。目前,基于视频的车辆检测技术已开始应用于智能交通监控系统^[5],但很多视频监控系统存在人力资源不足、效率不高、不能实时监控等弊端,应用于路面道路交通流判定拥堵的系统较少。交管部门往往采用铺设物理线圈来监测车流量,但此法破坏路面,损耗很高。而且虚拟线圈多用于检测和识别,没有真正实现实时监控。

鉴于此,本文基于卫星导航系统和移动通信网络(GSM)设计一种道路信息采集与发布系统,以简单快捷地引导用户的出行;以Matlab仿真软件为实验平台验证该系统的有效性。

1 道路信息的数字化传送

1.1 检测区域的设定

为了降低定位和跟踪的复杂度,提高系统的检测准确度,在交通场景中设定一个虚拟的检测区域,只有进入检测区域的车辆才被检测。

路面信息采集用视频监控方式进行,将实时采集的信息发送至数据处理中心,数据处理中心对数据源进行处理后再传送到信息发布平台。

从信息发布平台获取的信息包括停车线前绿灯时刻的车辆数量变化趋势及车辆通过交叉口的速度、未通过交叉口的车辆在即时红灯时刻的数量信息、是否畅通适合行驶等。

1.2 信息的传输流程

本文设计的道路信息采集与发布系统,主要由用户终端、路面采集系统、路况信息处理中心、信息发布平台4大部分组成。系统结构如图1所示。

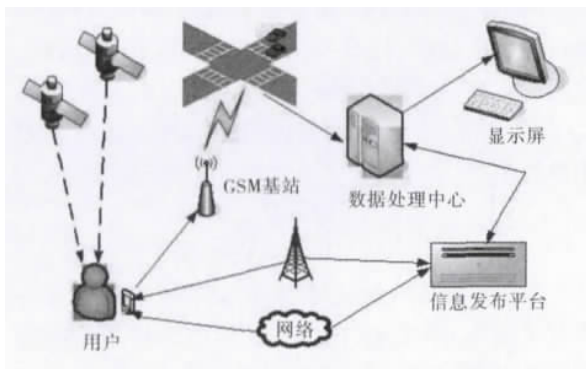


图1 道路信息采集与发布系统结构图

视频监控点布设在城市的十字路口、关键地理位置等路段。监控点将采集的道路信息生成视频数据通过有线网络传输至数据处理中心,然后对原始数据进行过滤、去噪、匹配等处理,得到道路交通信

息。数据处理中心是整个道路信息采集与发布系统的核心,主要完成系统数据的处理、参数解算、数据融合等。

用户通过接收卫星信号实时获得定位信息。用户申请路况服务时,主要查询某条道路、某个路口或者所在位置的畅通状态。路况数据处理中心综合处理数据源,同时通过显示屏直观地看到路况信息,并将处理结果通过信息发布平台发送至用户。信息发布平台将数据处理重新生成的道路交通状况、交通事故等交通信息,通过移动通信网络发送给用户,也可以通过公共平台向公众传播。

1.3 移动终端

驾驶者在移动终端上根据选择所在区域向区域控制中心发出查询申请。系统通过定位系统得知汽车的定位信息,通过数据中心提供实时路况信息以供驾驶者选择出行路线。系统将即时的路况信息和具体行车路径发送到驾驶者的移动终端。移动终端与区域信息发布平台通信流程如图2所示。

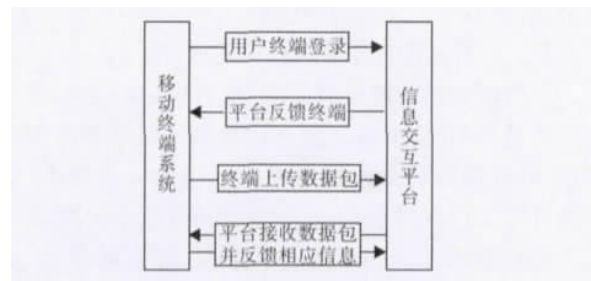


图2 移动终端与交互平台通信图

移动定位系统与通信系统在信号覆盖率很低的情况下,移动终端信息发布平台仍能满足完全、实时接收信号的要求。

2 车辆视频的处理

2.1 车辆图像的预处理

车辆图像通常都是彩色图像,需通过预处理将彩色图像转变为灰度图像,以加快处理速度和统一多种颜色的车辆。这样,不同车辆图像在特征提取和识别时才具有可比性。

获取在停车线前面的车辆的视频帧图像,首先对采集到的视频图像进行灰度变换及图像去噪等预处理。由于背景图像不是一成不变的,会受到外界因素的影响,所以,需要利用高斯平均法对车辆图像进行路面背景提取和更新,使提取的路面背景图像能够很好地适应不同的情况。然后利用背景差

分法突出目标车辆,通过特征提取对车流量进行计数.最后对时间组内的车流量进行统计,根据制定的道路畅通标准进行判定.车辆视频处理和车流量检测流程见图3.

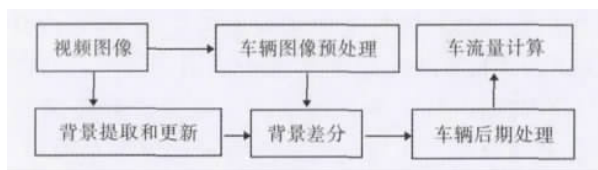


图3 车流量检测流程图

采用加权平均值法将图像灰度化,用 g 表示灰度化后的灰度值,其转换公式如下:

$$g = W_r R + W_g G + W_b B$$

其中, $W_r = 0.299$, $W_g = 0.588$, $W_b = 0.113$.

在摄像头采集车辆图像的过程中,由于设备的噪声干扰,不可避免地会造成图像质量下降,可采取中值滤波的方法去除噪声.本文采用 3×3 方形窗口进行滤波,能很好地消除图像中孤立噪声点的干扰,还能有效地保护边界信息.

2.2 路面信息的背景提取和更新

路面背景图像是背景差分法的基础,它的获取是否理想,直接关系到最终对车辆进行计数的准确性.因此路面背景图像中不应该包含运动物体,这就需要从已有的包含运动车辆的图像中提取出一个没有运动车辆的道路背景图像,即初始背景.由于道路上一般总是存在着运动车辆,初始背景很难用相机直接拍摄得到,为此,可通过对一定数量的视频帧进行训练得到初始路面背景.这里选择具有运动车辆的图像序列中的50帧,利用帧平均法获得没有运动车辆的路面背景图像.经对一段视频进行试验,得到路面背景图像见图4.

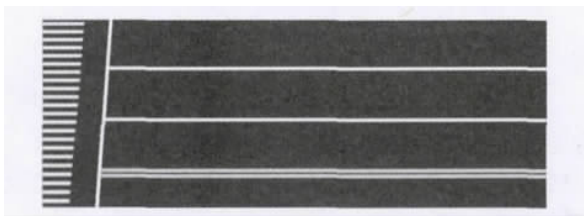


图4 路面背景图像

为使提取的路面背景图像能够很好地适应不同的情况,需要随着外界条件的变化对路面不断更新.首先确定需要更新的区域:用当前帧图像与前一帧图像做差分,将差分结果与选定的阈值做比较,大于阈值的为车辆的运动区域,背景可保持;而

小于阈值的则是车辆运动区域外的部分,路面背景需更新.

均值法是最简单的方法,即对一定数量帧的图像求平均值,该方法的增量形式如下:

$$B_j(x, y) = \frac{1}{j} I_j(x, y) + \frac{j-1}{j} B_{j-1}(x, y)$$

式中 $B_j(x, y)$ 表示第 j 帧背景, $I_j(x, y)$ 表示第 j 帧图像, $B_{j-1}(x, y)$ 表示第 $j-1$ 帧背景.可以看出,均值法有利于工程实现,但是随着帧数的增加,当前帧的权重 $1/j$ 变小.

故采取一种改进的高斯平均法,如下式:

$$B_j(x, y) = \alpha I_j(x, y) + (1 - \alpha) B_{j-1}(x, y)$$

式中,学习率 α 可取从0到1的定数,一般在背景生成的稳定性和对环境变化的适应性之间做权衡.根据试验,取 $\alpha = 0.12$; $B_j(x, y)$ 为背景图像在 (x, y) 处的像素值; $I_j(x, y)$ 为第 j 帧图像.

3 基于车流量的拥堵判定

本文通过对交通路口等待信号灯的车辆进行计数来判定道路的拥堵状况,但由于实际情况中光线的变化,路边树木、建筑、车辆自身的阴影,以及摄像机抖动这些因素,均会影响到计数的准确性,在研究中应避免或去除这些因素的影响.通过比较前人在相关内容上的研究,选用背景差分法来对车辆计数.将采集到的车辆图像的每一帧都与一个不含运动车辆的静止参考帧做差值运算,从而突出目标图像,再通过分析与处理对车辆进行计数.

为了进一步地突出车辆目标并加快图像处理的速度,首先对车辆图像亮度做相应调整,再将其进行二值化处理,以得到鲜明区分目标的二值图.设图像 $f(x, y)$, 其灰度级范围为 $[12Z, Z]$, 在 Z_1 和 Z_2 之间选择一个合适的灰度阈值 t , 则二值化后的图像为

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) < t \\ 0 & f(x, y) \geq t \end{cases}$$

为更好地进行特征提取,需要对车辆图像进行形态学处理,即膨胀与腐蚀.先用膨胀将图像的裂缝桥接起来,再用腐蚀消除二值图像中不相关的细节.经过上述处理后的图像见图5.

车流量计算的基本思路是:将采集的图像进行处理之后,利用 Matlab 对连通对象进行标注,数出矩阵中不为0的联通区域的个数,即为测量道路上车辆的个数.利用上述思想对所处理的车辆图像进

行计数, 所得结果为 10.

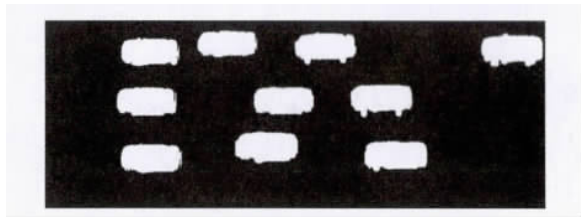


图 5 处理后的道路图像

通过对绿灯通行的时间组 t 内停车线前的图像帧组车辆数 $N_{ix}\{N_{i1}N_{i2}N_{i3}\dots N_{im}\}$ 以及绿灯变红灯时刻继续等待绿灯的车辆数 N 的统计, 若 $N_{ix} \geq 12$ 的数据组为 $N_i\{N_{i1}N_{i2}N_{i3}\dots N_{im}\}$ 在数据组内达到 65%, 并且此时 $N \geq 12$ 为条件, 即

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sum_{i=1}^{im} i}{n} \geq 65\% \\ N \geq 12 \end{array} \right.$$

若满足条件则判定为 0, 表示此路口不适合畅通出行; 若不满足则判定为 1, 表示此路口适合畅通出行.

4 测试结果

对采集到的车辆视频进行计数, 并将车流量计数结果与实际车流量情况进行比较, 结果见表 1. 从表 1 可以看出, 车流量检测准确率均达 90% 以上, 但是仍然存在一定的误差, 产生误差的主要原因是车辆重叠和车辆并行, 导致系统检测误判.

表 1 车流量检测结果比较

时间段	实际流量/辆	检测流量/辆	准确率/%
T_1	18	17	94.40
T_2	17	17	100
T_3	14	13	92.80
T_4	15	15	100
总流量	64	62	96.80

表 2 对其他几种车辆检测方法的检测计数结果予以比对. 视频获取环境为同一交叉口, 实际车辆为 64 辆, 以 Matlab 仿真软件为实验平台. 从表 2 可以看出, 灰度等级法、帧差法和边缘检测法相对误差数比较大, 采用改进的背景差分方法所得到的误差数最小.

对一段视频进行检测, 在规定时间内所监测到的车流量的动态变化如图 6 所示. 从图 6 可以看出, 大多数车辆在绿灯通行时刻都在监测范围之

内, 车辆数量在 9 ~ 18 辆区间之内. 其中 > 13 辆的时间段为图中直线之上的数据, 此次监测中, 车流量比为 67%, 并且 $N = 15$. 所以判定结果为 1, 即此路口适合畅通出行.

表 2 不同方法车流量检测计数结果对照 辆

检测方法	检测车辆数	误差数
灰度等级法	47	17
背景差分法	61	3
帧差法	54	10
边缘检测法	52	12
本文方法	62	2

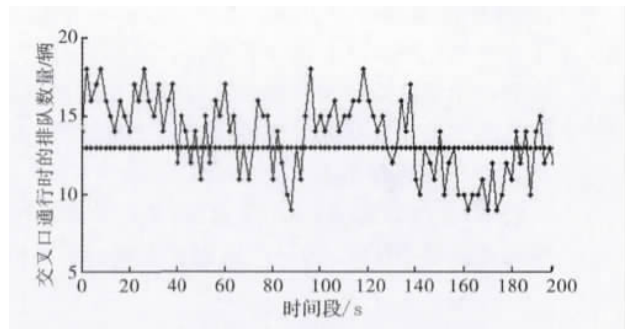


图 6 车流量的动态变化

5 结论

针对城市道路拥堵给驾驶者带来的诸多不便, 本文设计了道路信息采集与发布系统. 该系统采用改进的高斯平均法对路面背景提取和更新, 利用背景差分 and 特征提取突出计算车辆个数, 从而提高了车流量统计的效率, 给驾驶者带来了有价值的参考信息. 实际的测试和比较表明, 该系统具有实际的应用价值.

参考文献:

- [1] 郭怡文, 袁飞虎. 基于背景差分的多车道车流量检测系统[J]. 电光与控制, 2010, 17(9): 90.
- [2] 董春利, 董育宁. 基于视频的车辆检测与跟踪算法综述[J]. 南京邮电大学学报: 自然科学版, 2009, 29(2): 88.
- [3] 畅芬叶, 王志利. 交叉口及路段拥挤界定研究[J]. 太原理工大学学报, 2012, 43(4): 523.
- [4] 郭锋, 王秉政, 陈燕. 道路交通视频的车辆跟踪算法[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2012, 27(3): 74.
- [5] 赵小明, 王新新. 一种基于机器视觉的视频交通流检测系统[J]. 信息与电子工程, 2011, 9(2): 258.