

# 电子警察闯红灯前端抓拍系统的研究与设计

刘永祥,方康玲,熊力

(武汉科技大学 信息学院 教育部冶金自动化与检测技术工程中心,湖北 武汉 430081)

**摘要:**为了更好地保障城市的交通安全,实现对城市交通的智能监控,设计了一种基于视频检测的电子警察闯红灯抓拍系统,并阐述了该系统在智能交通中的应用,为对闯红灯等违章行驶车辆进行有效的视频跟踪和抓拍提供了可靠保障。首先,信号机通过串口发出交通灯信号,触发视频检测程序从而控制摄像机工作,然后摄像机和视频检测程序判断车辆是否闯红灯并进行抓拍。经验证表明,该系统已达到了实用要求,在智能交通领域将有广阔的应用前景。

**关键词:**闯红灯;电子警察;虚拟线圈;视频检测

**中图分类号:**TP18;U495

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2010)08-0208-04

## Research and Design of E-police Red Light Runners Front-end Capture System

LIU Yong-xiang, FANG Kang-ling, XIONG Li

(Ministry of Education Metallurgical Automation and Detection Technology Engineering  
Center, College of Information Science and Engineering, Wuhan University  
of Science and Technology, Wuhan 430081, China)

**Abstract:** Designs an E-police red light runners capture system based on video detecting, and expounds the application of this system to the intelligent traffic system in order to guarantee traffic safety and intelligent monitor the traffic conditions in urban areas. It supplies a reliable protection for track and capture the illegal vehicles like red light runners. Firstly, signal issued by red light signal to trigger the camera work, then the camera and the video detection procedures to determine whether the vehicle is the red light runner and capture picture. By running and validating, it indicated that the system has already satisfied practical need and will have broad application perspective in the field of intelligent transportation.

**Key words:** red light runners; E-police; virtual loop; video detection

## 0 引言

随着经济的不断发展,城市人口和机动车辆数量迅猛增长,交通事故的发生率和每年因交通事故死亡人数非常惊人,其中的重要原因之一就是机动车驾驶员在交警视线之外违法驾驶的情况非常普遍。“电子警察闯红灯违法抓拍系统”的使用,实现了对城市道路全天候、大范围的管理要求,同时,为交警执法提供了清晰的图像证据,提高了管理水平,减少了因交通事故造成的人员伤亡和财产损失,间接地创造了巨大的经济价值。电子警察系统所达到的效果很明显,有了该系统后一些机动车驾驶员不敢轻易地违反交通规则。

通过在路口设置该系统,使路口实现了自动化监控,有效地节省了警力,提高了对机动车驾驶人员的威慑力<sup>[1]</sup>。通过建立视频电子警察闯红灯违法抓拍系统,实现对城市主干道路口通行的车辆进行实时监视、抓拍、报警(需要后台的支持)、记录保存车辆通行的信息和车流量数据并进行集中有效的管理,为公安部门打击违法、盗抢和查缉交通肇事逃逸案件、分析交通状况、加强交通管理提供有效的技术支持<sup>[2]</sup>。

## 1 电子警察前端系统概述

“电子警察(Electronic Police System)”又被称作“闯红灯自动抓拍系统”,是智能交通系统的重要组成部分,它通过对车辆闯红灯的自动抓拍,实现交叉路口交通管理的无人职守、不间断监控和提供充分的违章证据。

目前,“电子警察”是各国普遍采用的一种现代化

收稿日期:2009-12-15;修回日期:2010-03-04

基金项目:湖北省科技型中小企业技术创新项目(2007BHS022)

作者简介:刘永祥(1984-),男,湖北武汉人,硕士研究生,研究方向为嵌入式系统;方康玲,教授,博士生导师,研究方向为智能控制、图像处理、嵌入式系统等。

路口交通管理手段。城市交通路口很多,交通流量大,交通违章行为是造成交通事故和交通阻塞的主要原因,所以建立电子警察系统是非常必要的。建立高效的电子警察系统是交通现代化的重要标志之一。

电子警察系统一般有几个核心,包括:

(1)数据传输。通过网络共享、CDPD网络或光交换机等各种方法将抓拍到的违章图像及违章信息传送到控制中心。

(2)交通监控。交通监控摄制部分是在交通要道或路口的监控摄像设备,对交通场景进行监控,当出现车辆违章情况时,对违章场景进行抓拍,保存违章图片及违章车辆的车牌号、颜色等细节违章信息。

(3)控制中心。指挥控制中心将传输回来的图像信息进行存档、归档处理,建立信息数据库,并依据对违章车辆进行处罚。

电子警察前端系统是电子警察系统的核心部分。电子警察前端系统的工作原理是:第一步,信号检测板将交通灯的红绿灯信号传送到工控机设备;第二步,工控机设备通过视频采集卡采集图片,并根据信号要求实时检测路口的交通状况,同时还要判定车辆的违章行为并抓拍违章图片;第三步,需要对违章图片进行压缩、存储;第四步,前端系统通过网络将图片信息传送给后端系统,后端系统将抓拍的图片作为交警部门处理违章行为的依据。

需要注意的是,作为交通违章行为处罚依据的图像必须要能够反映车辆闯红灯违章这一动态过程。这就要求前端系统所拍摄到的图片至少要有违章车辆在停车线前和驶过停车线后这两张,且还需要至少有一张能够清晰反映违章车辆车牌的近景图像。对于每个车道都必须有两路视频信号:一路远景图像信号,一路近景图像信号。

本系统采用视频摄像机+工控机的解决方案,通过视频的虚拟检测技术检测过往车辆,将车辆通过信号转换为RS485信号传递给工控机,工控机接收到信号后进行一系列的判断与处理后执行相应的车辆抓拍。系统可24小时全天候自动抓拍违章(仅包括闯红灯)车辆,记录车辆违章的完整过程,拍摄的车牌清晰可见。此外,系统还具备抓拍经过监控路口的所有车辆的功能,并可以同时多方向24小时录像。

十字路口电子警察前端系统,如图1所示。

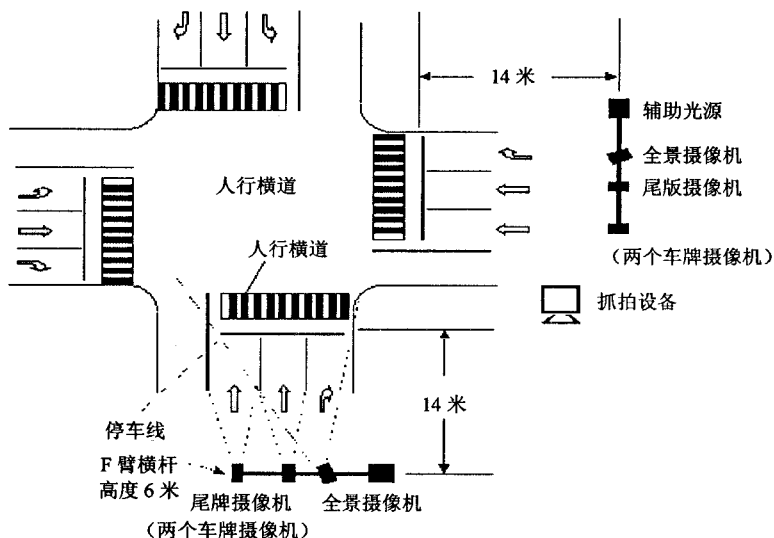


图1 电子警察前端系统示意图

## 2 虚拟线圈技术的设计与实现

### 2.1 虚拟视屏线圈的设计

虚拟线圈是路口图像中用来代替实际路面下地感线圈的检测区域。文中结合路口地面下实际埋设的物理感应线圈的位置,在抓拍图像中为每一条检测车道设置两层虚拟线圈用以代替路面下的物理感应线圈。

对设置的虚拟线圈,有如下定义:位于下面一层的线圈称为第一层虚拟线圈,位于上面的线圈称为第二层虚拟线圈。虚拟线圈的设置位置如图2中的黑边矩形所示<sup>[3]</sup>。

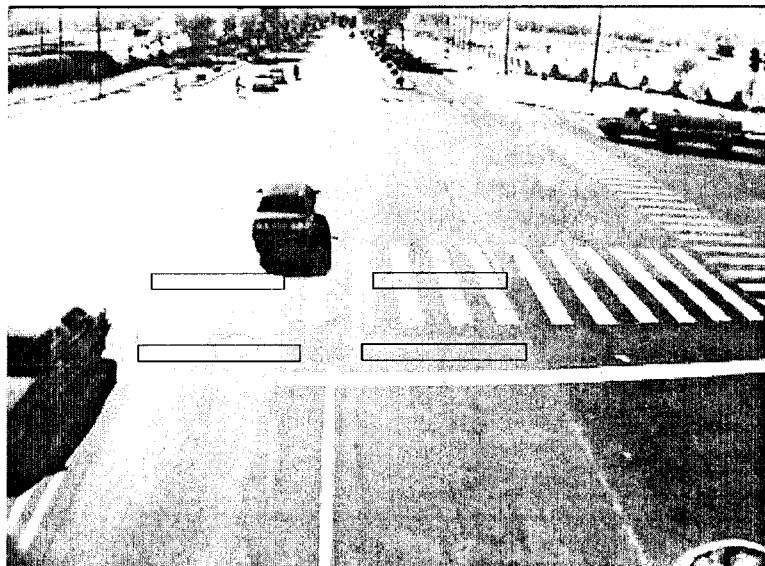


图2 虚拟线圈设置示意图

在进行车辆闯红灯检测时,不是将整个虚拟线圈区域作为整体来进行图像匹配,而只是将图中所设定的虚拟线圈作为参考位置,仅在这个区域及它的附近分布小的矩形块。小矩形块的分布如图3所示,图中

的空心矩形框表示一层虚拟线圈,实心小矩形块表示分布在这层虚拟线圈上的虚拟小块,我们正是用这些小块在检测的时候作为模块和图像进行匹配的。



图 3 虚拟线圈上的小块分布图

在视频电子警察闯红灯系统中,当我们知道什么时候车头进入检测区域和车尾什么时候离开检测区域,就可以记录下车辆闯红灯的整个违法过程。也就是说不需要知道每辆闯红灯车辆的准确位置,而只需将闯红灯车辆经过那一段区域的过程反映出来。

因为引起区域灰度变化的因素诸多,除了车辆外还有其它因素,所以检测算法要做的就是将车辆违章所引起的区域灰度变化挑选出来作为图像抓拍的条件,而将由运动车辆以外的其它因素所引起的灰度变化剔除掉<sup>[4]</sup>。

## 2.2 车辆检测

在虚拟线圈设置好后,便可进行违章车辆的检测了。文中,虚拟线圈采用的原则是:高触发、低释放。其过程为:初始时,线圈处于正常的释放状态;如果当前帧线圈检测区域的背景区域图像描绘子 DES 的值大于背景阈值  $N$ ,就可以判定为有车通过;假如 DES 值小于  $M$  值,则判定为没有车经过。得到以上判定后,如果虚拟线圈是从无车到有车状态的转变,就产生一个触发信号;若虚拟线圈时从有车到无车状态转换时,就产生一个有车信号。

## 2.3 多模式选择方案

由于车辆检测的应用场景复杂,单一的检测模式难以同时满足大多数应用场景的要求。因此,在文中对应用场景进行分类定义:(a)白天或者夜晚;(b)属于交通某类特殊时刻;(c)图像采集的特殊问题,例如抖动、噪声干扰等等。具体分类模式,需要在工程应用中逐步确定。

此时,暂时仅定义两种模式:白天模式与夜晚模式。白天模式,拟定采用基于虚拟线圈的区域变化检测;夜晚模式,拟定采用基于虚拟线圈的区域背景特征。

基于区域背景特征的检测算法需要用到背景的相关值,在路面背景不是很理想的情况下,相似性比较的效果就相应会变差,从而会影响到系统抓拍的正确性。而基于区域变化检测的算法则不必要考虑这些因素。从算法的通用性角度来说,基于区域变化检测的算法具有十分广泛的通用性,所以它才具有更好的实用性<sup>[5]</sup>。

## 3 视频检测算法的设计与实现

### 3.1 视频检测算法

视频触发信号产生的原理为:将设定的虚拟线圈区域作为检测区域,它在描述区域图像特征的描绘子的值有一定的变化。具体变化为:当有车经过的时候,描绘子的值会产生大的跳变,它超过决策阈值就可以判定有车压线了。图 4 给出了视频触发信号的产生过程:用描绘子扫描摄像机采集的每一帧检测线的区域,再经过决策过程输出图像相应信号<sup>[6]</sup>。

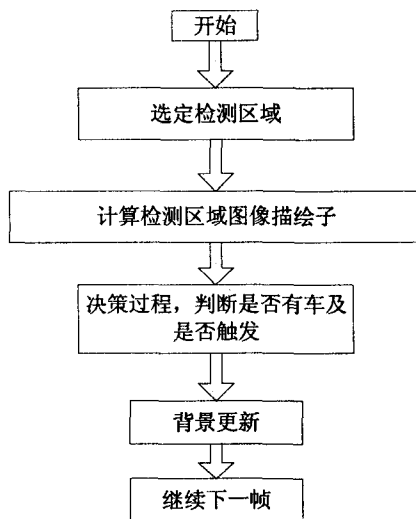


图 4 帧处理过程

### 3.2 视屏检测算法的实现

设定一个抓拍标志  $F$ , 表示已经抓拍了四张中的第几张图片。假定线圈区域分为  $L$  个小块, 定义一个变量  $c$  对发生变化的虚拟小块数目进行计数, 定义  $pet$  为设定的百分比阈值。形成如下算法流程<sup>[7]</sup>:

.....

抓取连续两帧图片;

switch ( $F$ )

case 0:

匹配第一层虚拟线圈;

if ( $c \geq pet \times L1$ )

{

保存第一张远景图片;

$F = 1$ ;

}

break;

case 1:

匹配第二层虚拟线圈;

if ( $c \geq pet \times L2$ )

{

保存第二张远景图片;

$F = 2$ ;

}

```

break;
case 2:
    匹配第一层虚拟线圈;
    匹配第二层虚拟线圈;
    if (c1 < pet × L1 && c2 ≥ pet × L2)
    {
        保存第三张远景图片;
        保存近景图片;
        F = 0;
    }
    break;
.....

```

### 3.3 逆行问题及解决方法

在实际应用中发现,仅仅按照上文的算法来检测,会有误拍逆行车辆的情况发生。从理论上讲上述算法能够避免单辆逆行车辆,但在实际情况来中,经常会出现多辆车同时逆行的情况发生,这时,上文的算法流程就较难解决了。为了避免这种状况的发生,必须对上述算法进行改进和完善。

从实际路口的抓拍情况来看,当车辆通过检测区域时,一定是先经过上层线圈,再经过下层线圈,而对于正常行驶的车辆来说,是先通过下层线圈再通过上层线圈。根据这一理论可以确定正常行驶和逆行的区别,只需对上文的算法流程作简单的修改即可。

改善后的算法与原算法变化不大,只是在抓拍标志 F 为 0 或 1 时,要匹配第一层虚拟线圈还要匹配第二层虚拟线圈。结果表明,改进后的算法能够较好地解决逆行时的误拍问题。

### 3.4 实验结果和分析

本系统测试所用的设备为工业计算机,其配置为奔四 CPU、2G 内存、Windows2000 操作系统。运行时间为 10~15ms/帧,虚拟线圈大小的选取根据摄像头的位置来定。经实验,该算法的准确度可达 95%,完全能够满足系统对闯红灯准确率的要求。

多次实验表明,文中所提出的判别方式能够对车辆的运动方向和运动矢量作出准确判断,此方式不仅匹配精度高,而且运算速度快,能够有效判别车辆是否闯红灯。

## 4 与传统检测算法的比较

常用的视频检测方式,通常主要包含以下几种:

(1)基于灰度特征的视频检测技术:此方式的原理是利用车辆和道路在图像中的灰度信息特征的不同来区别车辆和路面。此种方式对于颜色是彩色的车辆较有效,对于车身颜色是黑白的车辆就比较难以区分。所以这种方法在运用时必须结合图像模块匹配等技术

才能达到效果<sup>[8]</sup>。

(2)基于帧间差的视频检测技术:这种检测方式需要计算连续图像帧间的差值,然后去掉图像中相同的背景,从而检测出图像中运动的物体。这种检测方式对于图像序列中的人或是较大目标的物体有无运动具有较好的效果,但对于分类目标或是要求较高的检测目标仍存在一定不足<sup>[9]</sup>。

(3)基于运动跟踪的视频检测:运动跟踪法的核心思想是根据视频对象的先前状态来估计它的当前状态<sup>[10,11]</sup>。它需要依次完成特征提取、特征匹配、运动分析三个步骤。而基于运动跟踪法的视频检测方法的主要思想为:检测帧到帧之间被跟踪区域面积的差别,每一帧都用遮挡和去除遮挡信息来更新描述符。运动跟踪法在实时性要求较高或是较复杂的场景中应用效果较好<sup>[12]</sup>。

## 5 结束语

本研究设计了一种基于视频的电子警察闯红灯系统解决方案,该方案采用视频技术代替了地感线圈,采用虚拟线圈技术有效地降低闯红灯系统的成本、减少工期、方便维护,且该系统针对白天和夜间两种不同的模式采用不同的视频检测算法,提高了系统的性能。

随着社会的发展,智能交通系统日益受到有关部门的关注,特别是在智能交通系统中占有重要地位的基于视频的电子警察系统更是拥有广阔的应用前景,对系统稳定性和环境适应性也提出了更高的要求。根据文中提出的设计原则研制成的视频电子警察闯红灯系统,在实际工作中得到了较为理想的效果。该系统的性能与视场范围、车辆速度、辅助光源配置、摄像机安装位置和角度等诸多因素有关,且有些因素的确定互相有矛盾,因此系统设计时,必须综合考虑诸因素的影响,才能使系统得到更好的检测效果。

### 参考文献:

- [1] 苗京,黄红星,程卫生,等.基于蚁群模糊聚类算法的图像边缘检测[J].武汉大学学报:工学版,2005,38(5):124-127.
- [2] GA/T 496-2009,中华人民共和国公共安全行业标准-闯红灯自动记录系统通用技术条件[S].2009.
- [3] Gupta S, Masound O, Martin R F K, et al. Detection and classification for vehicles [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2002, 3(1): 37-47.
- [4] Ohta N. A statistical approach to background subtraction for surveillance systems [C]//Computer Vision, 2000. IC-CV2001. Proceedings, Eighth IEEE International Confer-

(下转第216页)

```

class="com.acct.logging.action.LoginAction"
singleton="true">
<property name="loginManager">
<ref bean="loginManager"/>
</property>
</bean>
<bean id="loginManager"
class="com.acct.logging.user.LoginManager"
singleton="true">
<property name="adminUserDao">
<ref bean="adminUserDao"/>
</property>
<property name="acctDao">
<ref bean="acctDao"/>
</property>
</bean>
<bean id="adminUserDao"
class="com.acct.logging.dao.DefaultAdminUserDao"
singleton="false"/>
<bean id="acctDao"
class="com.acct.logging.dao.DefaultAcctDao"
singleton="false"/>

```

上面为 Spring 配置文件中涉及系统登录的类定义。LoginAction 定义了用户登录时 Struts 使用的 Action 类, loginManager 是 LoginAction 类的属性, 对应的是 LoginManager 类, loginManager 上又有属性管理员 adminUserDao 和普通用户 acctDao, 分别对应实现类 DefaultAdminUserDao 和 DefaultAcctDao。

从上面的示例可以知道, 如果需要对数据逻辑进行替换, 只需依据系统实际情况简单地修改配置文件, 并重新命名一下该类即可, 进而实现设置方法的注入。

#### 4 结束语

由日志统计分析系统的体系结构及开发结果, 使我们了解了 Struts + Spring + Hibernate 架构的优势, 它

综合了三个框架各自独立的优势: Struts 在表现层的强大及完备性, Spring 在业务管理方面的灵活性, Hibernate 简化数据操作的成熟及灵活性。基于 SSH 架构, 使得系统更易于开发和维护, 在实际应用中设计灵活、健壮的日志统计分析系统, 将会促进 CDN 网络服务器更好地为用户服务。

#### 参考文献:

- [1] 崔尚森. Web 应用开发技术[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2007.
- [2] 陈梅容. 基于 MVC 体系结构的 struts 框架研究[J]. 机电工程技术, 2004(8): 36-38.
- [3] 郭继成. Struts 与 Hibernate 使用教程——构建基于 MVC 模式的高效 Java Web 应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [4] Johnson R. J2EE Development Frameworks[J]. IEEE Computer, 2005, 38(1): 107-110.
- [5] 陶以政, 吴志杰, 唐定勇, 等. 基于 J2EE 的应用框架技术研究[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(2): 826-828.
- [6] 梁立新. 项目实践精解: 基于 Struts - Spring - Hibernate 的 Java 应用开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [7] Johnson R. Introduction to the Spring Framework[EB/OL]. 2005-05. <http://www.theserverside.com/tt/articles/article.tss?l=SpringFramework>.
- [8] 冯润民. 基于 SSH 的高校学生管理系统设计与实现[J]. 计算机工程, 2009, 35(6): 280-282.
- [9] 郭广军, 谢东, 陈利品. 基于 SSH 整合架构的教学支持系统设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(13): 3111-3116.
- [10] 张琛, 吴跃, 邱会中. 基于 Struts + Spring + Hibernate 的整合架构及其在电信业中的应用[J]. 计算机应用, 2006, 26(12): 265-266.
- [11] Hoeller J. Professional Java Development with the Spring Framework[M]. America: Wiley, 2005.
- [12] 周杨川, 孙淑霞, 丁照宇. 基于 Spring + JPA 框架的电子政务基础平台[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(4): 98-100.
- [8] 王圣男, 郁梅, 蒋刚毅. 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, 2005(9): 9-14.
- [9] 汪亚明, 楼正国. 一种非刚体运动图像序列的特征点对应方法[J]. 中国图像图形学报, 2000(5): 232-236.
- [10] Granlund G H. Fourier processing for hand print characters recognition[J]. IEEE Trans. Computers, 1972(21): 195-201.
- [11] Zahnand C T, Roskies R Z. Fourier descriptors for plane closed curves[J]. IEEE Trans. Computers, 1972(21): 269-281.
- [12] 杨俊, 王润生. 智能化交通视频图像处理技术研究[J]. 电视工程, 2006(9): 74-77.

(上接第 211 页)

- ence. [s.l.]: [s.n.], 2001: 481-486.
- [5] 蒋刚毅, 郁梅, 叶锡恩. 一种基于视觉的车辆跟踪及交通流量参数估计新方法[J]. 电路与系统学报, 2001, 6(4): 69-73.
  - [6] Ridder C, Munkelt O, Kirchner H. Adaptive Background Estimation and Foreground Detection using Kalman - Filtering [C]//Proceedings of International Conference on recent Advances in Mechatronics, ICRAM' 95 UNESCO Chair on Mechatronics. [s.l.]: [s.n.], 1995: 193-199.
  - [7] 闫伟, 金元郁. 基于 Visual C++ 6.0 的运动目标形心捕获[J]. 微计算机信息, 2005, 21(2): 180-182.