

# 车辆假牌套牌多约束智能检测方法

王自然<sup>1</sup>, 时念锋<sup>2,3</sup>, 刘学军<sup>3,4</sup>

(1. 南京师范大学泰州学院, 江苏 泰州 225300)

(2. 常州市公安局, 江苏 常州 213022)

(3. 警用地理信息技术公安部重点实验室, 江苏 常州 213022)

(4. 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210023)

**[摘要]** 假牌套牌是车辆严重违法行为, 给社会安全与经济秩序带来极大危害. 论文总结了假牌套牌车辆检测的约束条件, 在此基础上提出了一种智能检测方法, 为此类车辆违法行为检测提供技术支持. 即: 同时满足以下3个约束条件即为合法车辆: (1) 信息一致性; (2) 案底清白性; (3) 逻辑一致性. 在此基础上, 利用交通卡口数据及基础地理信息库, 逐一对约束条件进行检测, 进而实现多约束的智能检测方法. 论文开发了原型系统, 验证了该方法的有效性.

**[关键词]** 假牌套牌, 多约束, 信息一致性检测, 案底清白性检测, 逻辑一致性检测

**[中图分类号]** TP399 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1672-1292(2015)02-0077-06

## Intelligent Detection Method of Fake License Plate Using Multiple Rules

Wang Ziran<sup>1</sup>, Shi Nianfeng<sup>2,3</sup>, Liu Xuejun<sup>3,4</sup>

(1. Taizhou College, Nanjing Normal University, Taizhou 225300, China)

(2. Changzhou Public Security Bureau, Changzhou 213022, China)

(3. Key Laboratory of Police Geographic Information Technology, Ministry of Public Security of the People's Republic of China, Changzhou 213022, China)

(4. School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** Fake license plate can bring great harm to social security and economy. Firstly the characteristics of fake license plate are summarized in this paper. Then on the basis of analysis of the characteristics, an intelligent detection method is proposed to provide a technical support to check the suspicion of the license plate, i. e. The vehicles with the following three constraints are legal: (1) information consistency detection, (2) rap sheet check, and (3) logical consistency check. It is based on road network and time threshold determined by different times and different places, and then according to the time difference of the presence of vehicles in different bayonets to determine the rationality of the vehicle. Finally a prototype system is developed to verify the effectiveness of the method in this paper.

**Key words:** fake license plate, multiple rules, information consistency check, rap sheet check, logical consistency check

随着城市化进程的加快, 汽车保有量急剧增长, 为了逃避追查, 车牌遮挡、污损、涂抹、反光甚至不挂车牌、使用假牌、套用车牌等涉及车牌的各类违法行为大幅增加, 给社会公共安全及他人人身安全等带来极大危害. 尽管目前已有一些针对车牌、车型识别等车辆基本信息的检测方法, 但针对涉牌违法行为的检测主要依赖人工检测, 尤其是假牌套牌违法行为, 需要检测者有丰富的经验及敏锐的洞察能力, 耗时耗力, 效率低下, 若能开发智能的检测方法和软件, 则能大大提高检测效率, 节省人力物力, 为社会及个人人身安全与财产安全提供保障.

目前, 智能识别假牌套牌车辆主要有被动和主动两种方案. 被动方案通过采用新材料、结构车牌或在车辆上安装可识别电子设备来实现假牌套牌识别的目的. 虽然各式各样的被动方案相继被提出, 但这些

收稿日期: 2014-10-09.

基金项目: 国家支撑计划项目(2012BAH35B02)、国家自然科学基金(41401442)、江苏省高校自然科学基金(14KJB170011)、公安部科技强警基础工作专项项目(2014GABJC009)、泰州市科技支撑(社发)计划项目(TS036)

通讯联系人: 王自然, 讲师, 研究方向: 视频 GIS、图像处理等. E-mail: wangzr2012@163.com

方案需要车辆配合,推广难度大,目前尚未有能广泛应用的例子. 主动方案则通过获取车辆的图像或视频,利用图像处理与模式识别等技术实现假牌套牌车辆的识别. 张洪刚<sup>[1]</sup>提出将图像中获取的车辆特征信息,包括车身颜色、车牌和车标等,与数据库中记录进行对比,进而判定是否为套牌车;王武生<sup>[2]</sup>提出通过向嫌疑车辆车主发送车辆出现时间、地点等信息,由车主确认是否为假牌套牌的方法;卢晓春<sup>[3-5]</sup>提出基于“时间差”思想的套牌车检测方法,其基本思想在于同一车辆在一定时间内不可能出现在多个地点,其难点在于如何控制“时间差”阈值. 综上所述,当前假牌套牌车自动检测的主动方案各有特点,各种方案都能检测出部分假牌套牌车辆,但尚未有一种综合多种检查策略,且考虑实际地理环境及交通流量的方法,从而提高假牌套牌车辆识别率.

本文总结了假牌套牌车辆的特征,在假定当前卡口车辆的基本信息(包括车牌号、车颜色、车型等)被正确提取的前提下,提出了多约束智能检测方法,包括 3 个主要步骤:信息一致性检测、案底清白性检测及逻辑一致性检测,并开发了原型系统,对本文方法进行了验证.

## 1 假牌套牌车辆检测的约束条件

假牌套牌车辆车牌与真实车牌差别细微,肉眼不易识别,在图像上看更是几乎无异,因此从车牌本身去辨别真假存在困难. 尽管如此,假牌套牌在以下几个方面与真实车牌存在差异:

### 1.1 信息一致性

#### 1.1.1 车辆与车牌发牌机关一致性

车牌号是车辆的身份标识,具有唯一性,同时车牌号码的编制也有一定的规则. 根据分析可知,我国规定车牌首位字符为省份简称,第 2 位为发牌机关代号. 各省份的发牌机关代号是有限的、可枚举的,具体可参考《中华人民共和国机动车号牌》(GA36—2007)行业标准<sup>[6]</sup>. 因此可总结出约束 1.1:对于合法车牌,检测出的发牌机关代号一定存在. 以六五元组 $[s, p, n_1, n_2, n_3, n_4, n_5]$ 表示识别出的当前车辆的车牌, $s$ 表示车辆登记省份, $p$ 表示车辆发牌机关代号, $n_1 \sim n_5$ 表示其余的编码,可为数字、字母或者文字. 约束 1.1 可用式(1)表示,其中 $A_s$ 表示省份 $s$ 发牌机关代号集合,如江苏省车辆号牌发牌机关代号集合为 $\{A-H, J-N\}$ ,当车牌号牌识别结果为“苏 P \*\*\*\*\*”时,则可认定该车牌有假牌嫌疑:

$$C_{1,1} = \begin{cases} \text{True}, & \text{if } p \in A_s; \\ \text{False}, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (1)$$

#### 1.1.2 车牌号与车辆其他基本信息一致性

根据中华人民共和国公安部发布的《机动车登记规定》及《公安部关于修改〈机动车登记规定〉的决定》规定,车辆登记时对于某一车牌号码,其所对应的车辆车型、车身颜色、车辆品牌等车辆基本信息具有唯一性. 车辆车型信息为车辆固有属性,不会被改变. 车身颜色的变更需要向车管部门申请,变更结果在车辆基本信息库中实时更新. 故车辆号牌与车型及车身颜色的对应关系较为稳定,不会轻易变动,因此车牌号所对应的车辆基本信息具有固定性. 由此可得出约束 1.2:对于真实车牌,车牌号与其他车辆基本信息(车型、车颜色等)应与数据库中保存的车辆记录严格对应. 以多元记录 $R_{\text{car}}$ 表示车辆的基本信息 $\{C_{\text{num}}, C_{\text{color}}, C_{\text{type}}, C_{\text{mark}} \dots\}$ ,若在车辆信息库 $DB_{\text{car}}$ 找到信息完全一致的记录,则表示车辆合法,否则即为假牌或套牌车辆,可用式(2)表示:

$$C_{1,2} = \begin{cases} \text{True}, & \text{if } R_{\text{car}} \in DB_{\text{car}}; \\ \text{False}, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (2)$$

### 1.2 案底清白性

目前国内多数城市均建立了车辆“黑名单”库 $DB_{\text{blacklist}}$ ,将频繁违规违法、有套牌嫌疑车辆、群众举报被套牌车辆及公安交管部门通过其他渠道获取的套牌嫌疑车辆等加入“黑名单”. 由此可得出约束 2:若某车牌号码与“黑名单”信息库匹配成功,则该车辆车牌不合法,具有假牌套牌嫌疑. 可表示为式(3),其中 $C_{\text{num}}$ 表示当前车牌号:

$$C_2 = \begin{cases} \text{False}, & \text{if } C_{\text{num}} \in DB_{\text{blacklist}}; \\ \text{True}, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (3)$$

### 1.3 逻辑一致性

从逻辑上讲,同一车辆必须满足约束 3:不可能“同时”出现在不同位置,此处“同时”既包括绝对的同一时间,也包括逻辑上在某时间段内不可能到达的 2 个地点.例如,某车  $t_1$  时刻出现于 A 地,经过时间  $\Delta t_1$  又出现于 B 地,而从 A 地到达 B 地至少需时间  $\Delta t_2$ .若  $\Delta t_1 < \Delta t_2$ ,则与逻辑不符,即此车辆存在逻辑不一致性,具有套牌嫌疑.可用式(4)表示:

$$C_3 = \begin{cases} \text{False}, & \text{if } \Delta t_1 < \Delta t_2; \\ \text{True}, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (4)$$

综上所述,一辆车必须使得约束  $C_{1.1}$ 、 $C_{1.2}$ 、 $C_2$  和  $C_3$  同时为真才为正常合法车辆,否则存在假牌套牌嫌疑.

## 2 假牌套牌车辆智能检测方法

### 2.1 方法流程

本文充分考虑假牌套牌车辆检测的约束条件,利用卡口实时监控信息提取当前车辆的基本信息,在机动车基本信息库、“黑名单”库及路网信息等数据库的基础上,考虑车牌车辆信息一致性、“黑名单”案底清白性及同时不同位置逻辑一致性等约束条件,逐步实现对假牌套牌违法车辆的检测.本方法按照信息一致性、案底清白性、逻辑一致性的顺序进行检测,检测流程如图 1 所示.图中违法警告 1 表示当前车辆可能使用假牌或对车辆号牌字符涂改;违法警告 2 表示当前车辆可能使用假牌、套牌或对车辆号牌字符涂改.

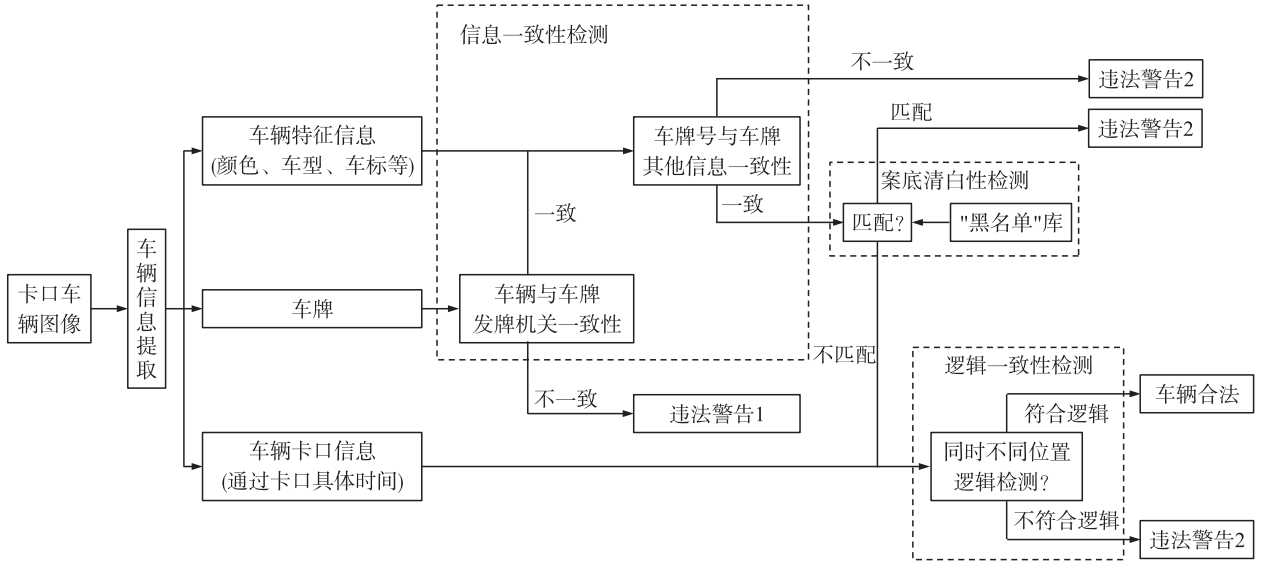


图 1 假牌套牌车辆检测流程图

Fig. 1 Flowchart of intelligent detection method of fake license plate using multiple rules

### 2.2 关键步骤说明

逻辑一致性检测需要考虑实际的路网信息及路网中通行状态等,相较于前两个步骤而言,过程较为复杂.本文采用对各路段在不同时刻进行车辆通行时速加权的方法,计算各路段的该时刻最小通行时间  $t_{\min}$ ,进而通过对  $t_{\min}$  与卡口监控时间差做比较,进行套牌车辆检测.具体检测算法如下:

目标 判断当前车辆是否存在逻辑不一致情况.

- 输入 (1)当前卡口获取的车辆实时监控信息,包括:当前卡口位置  $S_1$ 、当前时刻信息  $t_1$ 、通行车辆车牌号  $Pno_1$  及行车方向  $d_1$  等;
- (2)卡口通行车辆信息数据库  $DB$ ,包括每一辆通行车辆的通过时间、车牌及行车方向等;
- (3)基础地理数据;
- (4)各路段不同时间段车辆通行车速信息.

输出 当前车辆是否存在套牌嫌疑.

算法流程如下:

- Step 1 根据当前所获取车牌号  $Pno_1$ , 在卡口通行车辆信息数据库中搜索该号牌在其他位置 ( $S_2, S_3, \dots, S_N$ ) 的通行时刻信息 ( $t_1, t_2, \dots, t_N$ ),  $N$  表示当前车辆通过的卡口数量;
- Step 2 选取通过卡口数据 ( $S_i, t_i$ ) ( $i=2, 3, \dots, N$ ) 进行逻辑一致性检测, 初始时  $i=2$ ;
- Step 3 以  $S_i$  为起始点,  $S_{i-1}$  为终点, 结合车行方向  $d_i$  及具体的道路网, 获取起始点与终止点之间  $M$  个约束道路节点序列  $\langle p_1, p_2, \dots, p_M \rangle$ ;
- Step 4 当前时段  $t_1-t_i$  下, 基于不同时刻路段通行时间表获取当前时段道路车行时速;
- Step 5 以  $\langle p_1, p_2, \dots, p_M \rangle$  为起始点, 以当前时段道路车行时速为权值, 查询车辆通行时间最短路径, 获取最小通行时间  $t_{\min}$ ;
- Step 6 比较卡口监控下车辆在  $S_1$  和  $S_i$  出现时间差  $\Delta t=t_1-t_2$  和  $S_1$  和  $S_i$  间最小理论通行时间  $t_{\min}$ . 若  $\Delta t < t_{\min}$ , 则该车辆有套牌嫌疑, 退出程序; 若  $\Delta t > t_{\min}$ , 则  $i=i+1$ , 进入下一步;
- Step 7 若  $i>N$ , 则表示当前车辆无套牌嫌疑, 否则, 转入 Step 3.

本文以南京市仙林地区南京师范大学周边部分地区为试点, 对本算法所涉及的几个关键问题进行分析. 如图 2 所示, 当前卡口位置为 Cam3, 车行方向如图 2 所示, 根据车辆运行方向从 Cam1 到 Cam3, 必经的点为  $p_1$  和  $p_2$ , 此时  $M$  的值为 2.

### 2.2.1 同一号牌在其他位置出现情况的检索问题

同一号牌在其他位置出现情况的检索问题包含 2 个关键问题:

(1) 时间阈值的确定问题. 检索整个卡口实时监控信息库会使得检索时间很长, 显然在实际应用中不现实, 因此本文算法设定了一时间范围阈值, 在时间范围之内的将被检索出, 该范围依据联网监控区域大小设置.

(2) 车牌号检索策略问题. 当前我国车辆保有量高, 车辆通行密集, 卡口实时监控信息量大. 本算法采用基于网格化的监控检索策略<sup>[7]</sup>, 对联网监控区域进行网格化分区处理, 对车牌号以及车辆类型、车牌号首位字符进行分类, 对于后 5 位字符 (包括数字或字母) 统一进行无损编码转换为自然数存储, 将编码数字排序后存入卡口实时监控信息数据库. 查询时使用二叉树查询方式, 可实现车牌号码快速匹配.

### 2.2.2 不同时刻不同路段车辆时速获取问题

众所周知, 不仅不同路段车辆正常行驶速度不同, 不同时段同一路段车行速度也是不同的, 车流高峰期与低谷期车辆行驶速度有极大差异. 为了获取更精确的车辆行驶速度参数, 可通过统计车流量结合车道数进行估计. 车速为  $v_i$  与时间  $t$  及路段  $Path_i$  有关, 可表示为  $v_i=f(t, path_i)$ . 本文当前在确定各路段车辆行驶速度参数时, 将全天时间段按照高峰期/非高峰期进行划分, 然后根据经验对相关路段车速进行人工赋值: 高峰期 (07:30~09:00; 17:00~18:30) 约为 20 km/h, 非高峰期约为 65 km/h.

后期可根据交管所发布的长期数据或提供交通流量信息的软件进行统计, 获得各个路段各时段的车辆行驶速度, 且统计的时间间隔粒度可以更细, 以 1 h 或 0.5 h 为时间粒度, 使得各时段各路段车速参数的赋值更合理.

### 2.2.3 有约束的最短通行时间路径查询问题

本文最短路径非纯粹地理意义上距离最短路径, 而是通行时间最短路径, 而通行时间与路径长度及本段路径上的车辆通行速度有关. 某段路径的长度为固定值, 而通行车速随着时间改变发生变化, 因此本文以车速为权值, 最短通行时间计算过程如下:

首先, 寻找约束节点 (即车辆必定经过节点). 以图 2 为例, 由 Cam3 处车行方向判断车辆必定经过道路节点  $p_2$ , 由 Cam1 处车行方向判断车辆必定行经道路节点  $p_1$ . 因此, 最短通行时间路径查询转化为以节

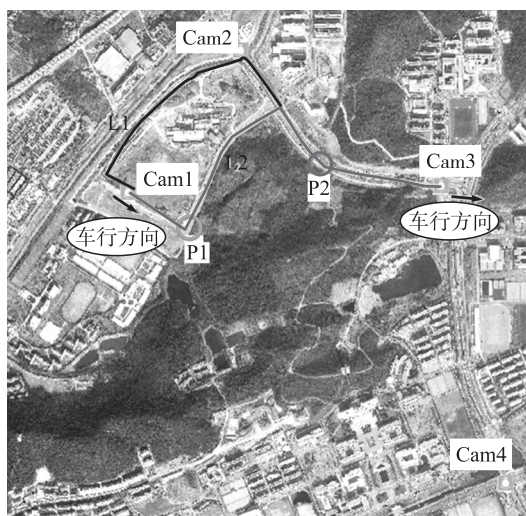


图 2 实地路况示意图——以仙林部分地区为例  
Fig. 2 Schematic drawing of traffic conditions  
—take Xianlin district as example

点  $p_1$  与  $p_2$  为起始点的最短通行时间路径查询问题。

其次,基于车辆通行速度的加权最短路径查询问题。假定某路段长度为  $L_i$ ,当前时段车行速度为  $v_i$ ,则该路段最终权值为  $W_i = L_i/v_i$ 。以  $W_i$  为权值,查询获取以  $p_1$  和  $p_2$  为起始点的最短路径。

### 3 实验

#### 3.1 实验与开发环境

为验证所提出方法的有效性,本文在 Windows XP Professional 操作系统上,利用 C#语言开发了原型系统,系统以卡口实时图像为数据源实现了假牌套牌违法行为的智能检测。系统实现过程中集成了 OpenCV 开源计算机视觉库,用于卡口图像处理,基于 ArcEngine 实现场景可视化显示及路径分析,并用 SQL Server 实现对卡口通行车辆信息进行管理。

#### 3.2 实验结果

原型系统主要包括卡口图像数据读取模块、车辆结构分割模块、车辆信息获取模块以及涉牌违法行为检测模块等 4 个模块,前 3 个模块为涉牌违法行为检测模块提供数据基础。车辆结构分割主要处理方法有:背景差分获取车辆轮廓、图像区域分割、Hough 直接检测、直线筛选以及边界线提取等,为车辆信息获取模块的预处理;车辆信息获取模块获取的信息主要包括:车型、车牌号及车身颜色。前 3 个模块的具体实现过程参考文献[8],前 3 个模块功能及效果如图 3 所示。

本系统在车辆信息提取的基础上,对车辆的信息一致性、案底清白性及逻辑一致性进行检测,检测的效果图分别如图 4~6 所示。当前测试图片中的车辆,车牌编码合理、车辆基本信息与登记信息一致,但其通过 2 个卡口的时间差小于设定阈值,因此该车辆有套牌嫌疑,系统将提出警告,以便进一步核查。



图 3 车辆基本信息识别

Fig. 3 Basic information detection of vehicles



图 4 车辆信息一致性检测结果

Fig. 4 Results of information consistency detection

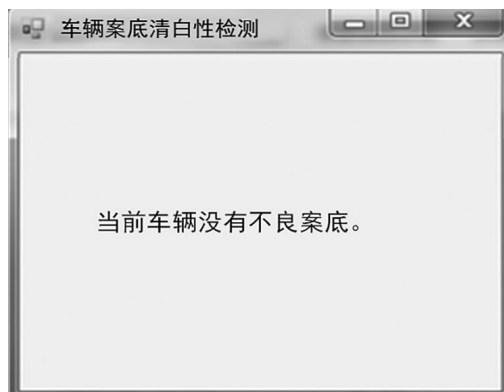


图 5 车辆案底清白性检测结果

Fig. 5 Results of rap sheet check

实验结果表明,本文方法能够逐步对当前车辆的信息一致性、案底清白性、逻辑一致性进行检测,实现对假牌套牌车辆的综合检测,尤其是在逻辑一致性检测时,本文方法可根据不同时段、不同路段的交通车速信息,进行最短通行时间的计算,顾及了空间和时间因素,体现了本文方法的合理性和有效性。





图 6 逻辑一致性检测套牌车

Fig. 6 Results of logical consistency check

## 4 结语

本文在获取车辆车型、车身颜色及车牌号等车辆基本信息的基础上,综合利用车辆信息一致性检测、“黑名单”匹配及顾及地理位置和通行时间的逻辑性一致性等规则对假牌套牌车辆进行检测,实验验证了本文提出方法与策略的有效性。

但目前本文实验只是一些基本的尝试,方法涉及的部分权重由人工设定,下一步考虑通过对不同时刻各路段车流量进行统计分析从而建立各路段通行时速计算模型,使获取路段权值更加科学、合理。此外,本文方法的效率有待进一步测试与改进,未来在测试与改进过程中将考虑并发处理的卡口数量、数据库规模、数据快速检索、方法执行效率等诸多影响检测效率的因素,以提高方法在智能交通管理中的实用性。

## [参考文献](References)

- [1] 张洪刚,宋志敏,郭军. 一种基于车牌、车身颜色和车标识别的套牌车辆识别设备及方法:中国,200810246617.6[P]. 2008-12-30.  
Zhang Honggang, Song Zhimin, Guo Jun. A device and method for detection of plant numbers, color and logo of illegal vehicle with fake license plate: China, 200810246617.6[P]. 2008-12-30.
- [2] 王武生. 一种套牌车的识别方法:中国,200910048572[P]. 2009-03-30.  
Wang Wusheng. A method for detection of vehicles with fake license plate: China, 200810246617.6[P]. 2008-12-30.
- [3] 卢晓春,周欣,蒋欣荣. 一种基于车辆牌照识别和网格化监控的套牌车检测方法:中国,200910058943.9[P]. 2009-04-05.  
Lu Xiaochun, Zhou Xin, Jiang Xinrong. A method for detection of vehicles with fake license plate based on vehicle license plate recognition and grid monitoring: China, 200810246617.6[P]. 2008-12-30.
- [4] 叶含丹. 一种套牌车辆侦查系统:中国,201110280822.6[P]. 2011-09-21.  
Ye Handan. A system for detection of vehicle with fake license plate: China, 200810246617.6[P]. 2008-12-30.
- [5] 唐旻,张磊,张志宁,等. 一种套牌机动车识别系统以及方法:中国,200910051845.2[P]. 2009-05-22.  
Tang Min, Zhang Lei, Zhang Zhining, et al. A set of system and method for identification of vehicles with fake license plates: China, 200810246617.6[P]. 2008-12-30.
- [6] 中华人民共和国公安部. GA36—2007 中华人民共和国机动车号牌[S]. 北京:中华人民共和国公安部,2007.  
Ministry of Public Security of the People's Republic of China. GA36-2007 License plate of motor vehicle of the People's Republic of China[S]. Beijing: Ministry of Public Security of the People's Republic of China, 2007. (in Chinese)
- [7] 卢晓春,周欣,蒋欣荣,等. 基于网格化监控的套牌车检测系统[J]. 计算机应用,2009(10):2 847-2 848.  
Lu Xiaochun, Zhou Xin, Jiang Xinrong, et al. Fake plate detection system based on grid monitoring[J]. Journal of Computer Applications, 2009(10): 2847-2848. (in Chinese)
- [8] 时念锋. 基于卡口图像的涉牌违法车辆智能检测[D]. 南京:南京师范大学地理科学学院,2013.  
Shi Nianfeng. Intelligent detection of license plate related illegal vehicles using bayonet images[D]. Nanjing: School of Geography Science, Nanjing Normal University, 2013. (in Chinese)

[责任编辑:严海琳]