

基于机器视觉的机动车违规行为检测方法设计

钱亮

(嵊州市剡城汽车检测有限公司 浙江 绍兴 312499)

摘要: 常规机动车违规行为检测方法直接对行为风险进行计算, 未对违规特征进行提取, 造成常规方法检测精准度低。提出基于机器视觉的机动车违规行为检测方法。对需要处理的违规车辆进行标记、编号, 通过计算提取车辆违规特征, 为后续的数据聚类提供参考依据, 基于机器视觉进行违规特征数据聚类, 利用提取车辆违规特征的聚类权重矩阵, 实现机动车违规行为检测。设计对比实验, 实验结果表明: 所提出的设计方法在机动车违规行为检测方面检测精准度更高, 检测的数据更符合机动车违规行为的实际情况。

关键词: 机器视觉; 机动车; 违规行为; 检测方法

0 引言

随着社会经济的快速发展, 逐年增加的机动车和人口基数加剧了环境的污染。同时交通拥堵问题也日益严重^[1]。这严重地影响了人民的生活, 对经济和社会造成了严重的损失。经过长期的监测和研究, 人们发现, 不良的驾驶习惯、非法停车或逆行等都是导致城市交通拥堵加剧的重要原因^[2]。想要解决交通拥堵问题, 城市道路上的非法停车问题便是必须要解决的首要任务。在交通管理中使用机器监控, 可以有效减少人力和商品投资。传统的视频监控报告和流程需要在视频视图中人力检测异常, 导致检测效果不佳^[3]。近年来, 通过开放算法, 利用计算机实时处理和监控视频分析, 建立了智能视频监控系

1 背景分析

随着智能技术的发展, 其已经逐步地走进了人

们的工作和生活中, 比如虚拟现实技术, 可以将3D场景虚拟化, 从而实现与人的互动。将这些虚拟设备使用到汽车辅助驾驶方面, 能够实现短时间的自动驾驶, 而这些实际应用都离不开计算机视觉。由于计算机视觉可以进行图像处理 and 模式识别, 也会进行感知和图像分析, 所以这是一门综合性的学科, 不仅包含了独立运动视觉系统, 也包含了视觉技术集成系统。然而要想实现视觉技术, 需要经过三个步骤: 第一, 获取图像; 第二, 找到目标; 第三, 对目标进行分析和研究。因此目标检测在计算机视觉当中具有重要的地位。

目标检测在计算机视觉中占有举足轻重的地位, 这项技术可以在一幅图像当中找到具体目标位置。具体应用时包括了人脸检测、行人检测、车辆检测等内容, 例如, 在人脸识别中, 第一步就是人脸检测, 在智能交通系统当中应用第一步就是对车辆进行检测, 因此在整个系统当中识别是关键, 尤其在车流量控制系统和车辆检测系统当中, 如何识别目标是检测的基础和关键。

随着计算机和视觉技术的发展, 在交通领域实际应用也发生了质的飞跃, 因此目标检测、目标识别等技术广泛地应用到交通领域中, 其中就包括了智能辅助驾驶技术、智能交通管理系统。智能辅助驾驶指的是使用多传感器技术来辅助驾驶员应对各种突发状况, 比如车道偏离、碰撞预警等情况。而智能交通系统利用的是计算机视觉技术, 通过对捕获视频进行分析, 能简化人的工作, 同时也可以减少

工作疏忽而导致的交通事故,使得交通管理工作更加便捷和高效。

然而随着交通领域的发展,道路交通不仅给人们的生活带来了巨大便利,也给经济发展注入了活力。便利的交通状况使车辆市场占有率不断上升,目前汽车交通是人们主要的出行方式,尤其在城市化进程不断推进的情况下。因为道路和车辆的拥挤,导致交通事故频发,环境污染问题不断加剧。虽然各级政府出台了各项政策,这些实际问题得到有效解决和控制,但是交通事故频发问题,仍然没有得到有效控制。在这种背景下应当从高效管理和智能系统入手,结合各种先进的有效手段,系统地解决交通问题。由于机器视觉和智能交通系统具有安全、实时、成本低等优势,能有效地减少交通事故,也提升了管理水平,因此在现代化交通监控系统当中被广泛地实际应用。

2 基于机器视觉的机动车违规行为检测方法设计

2.1 车辆违规特征的提取

对车辆违规特征进行提取,须将待处理的违规车辆标记和编号用于进一步的违规特征提取,然后使用专业设备对路面上的非法车辆进行检查和处理,确保车辆接受定向扫描^[5]。结合图像处理方法,对扫描图像进行分析,并对车辆违规的特征进行二次标记。根据实际数值和信息,使用公式(1)计算车辆违规位置的参考值:

$$T = \alpha - \sum \partial^2 \times Be + (B_1 B_2 + 0.5e) \quad (1)$$

式中: e — 视觉检测次数;

B_2 — 实际特征差值;

∂^2 — 扫描半径;

α — 图像覆盖范围;

B_1 — 预设特征差值;

T — 反射特征值。

车辆违规位置的参考值中,还应该包括关于车辆打开车窗的信息,其中车辆的相对宽度和高度分别表示为 i 和 k ,代表车辆在图像中的相对位置的是 s_i 和 s_k 。如果在整个提取记录中获得的图像的管理被标记为集合 S ,并且将真值标记为 C ,则在 M 的提取窗口中,车窗部位的违规特征则表示为:

$$S = \{s_i T | i = 1, 2, \dots, M\} \quad (2)$$

$$C = \{s_k T | k = 1, 2, \dots, M\} \quad (3)$$

当进行车辆目标违规特征提取时,应减少提取中心坐标、极限尺寸、可靠性和实际结果之间的偏差。随着计算流程的增加,训练样本的整体损失函数将逐渐减小。车辆违规损失函数特征 A 提取如下:

$$A = \lambda \sum SC \|b - a\| + \sum f_j \text{loss}_c(p_c, f_j) \quad (4)$$

式中: b — 车辆中心位置的违规结果;

a — 实际违规情况;

f — 车辆在图像网格上;

λ — 用于调整与状态和可靠性相关的损失函数的权重^[6];

p_c — 提取的正确可信度;

loss_c — 可信度交叉熵函数。

如果没有车辆在图像网格上,那么在 f_j 中 $j=0$,表示公式(4)无效。当 $j=1$ 时表示有效。通过提取的车辆违规特征可对车辆数据进行训练。

基于车辆违规损失函数特征计算图像的灰度特征。对于像素总数为 N 的二维图像,设定 L 为其灰度等级, $n(i)$ 为同一灰度级的像素总数^[7]。则该图像中车辆违规灰度特征可定义为:

$$P = A \frac{n(i)}{N} \quad i = 0, 1, 2, \dots, L-1 \quad (5)$$

通过车辆违规灰度特征可以总体反映出违规部分总体灰度水平及灰度分布概率图。根据车辆违规损失函数的统计特性,可以提取如下的车辆违规特征:

$$Z = \sqrt{\sum S(iw - m)^2 P} \quad (6)$$

式中: Z — 反映车辆的违规特征;

w — 平均对比度量;

m — 平均灰度量;

S — 反映图像总体的灰度水平。

通过对 Z 的计算,进一步得出违规车辆的特征变化,确定在不同路线位置相对应的视觉揭示区的摄像头数量,校准和识别现有的违规行为,揭示现有的非法行为,并获得数值和信息,为后续的数据聚类提供参考依据。

2.2 基于机器视觉的违规特征数据聚类

针对上文提取的车辆违规特征,基于机器视觉

进行数据聚类，将得到的计算结果记录并进行统计。在此期间发生的多次特定行为，如果行为的总数是 v ，那么 u/v 为可以进行聚类的特定行为。如果不同违规行为的概率是单独计算并分布的，那么行为特征聚类结果如表 1 所示。

表 1 行为特征聚类矩阵

详细特征	行为概率	行为聚类
超速	a_1	a_1'
超载	a_2	a_2'
违章超车	a_3	a_3'
违章停车	a_4	a_4'
疲劳驾驶	a_5	a_5'
酒后驾驶	a_6	a_6'
报废车上路	a_7	a_7'
不悬挂号牌	a_8	a_8'
不按规定超车	a_9	a_9'
不按规定会车	a_{10}	a_{10}'

此外，为行为概率及行为聚类的权重赋值，得到隶属度矩阵为 $P=(P_1/P_2)^T$ ，使用得到的聚类矩阵 I 和相关矩阵 P ，可以计算每个行动函数的聚类指标，并将其作为测试的结果。具体结果如式（7）、式（8）所示：

$$P \times I = \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \end{pmatrix}^T \times \begin{pmatrix} a_1 & a_1' \\ a_2 & a_2' \\ a_3 & a_3' \\ \vdots & \vdots \\ a_n & a_n' \end{pmatrix} \tag{7}$$

$$R_A = P_1 \cdot \sum a_i + P_2 \sum a_i' + Z \tag{8}$$

式中： a_i' —A 类行为的第 i 项内容的行为聚类；
 a_i —A 类行为的第 i 项内容的行为概率；
 R_A —A 类行为的风险指标；
 P_1 —聚类系统中行为的概率程度；
 P_2 —聚类系统中行为的影响程度。

2.3 实现机动车违规行为检测

根据式（8）计算得到关于十类违规行为的特征聚类矩阵 R ，从而进一步实现机动车违规行为检测。
首先确定一个针对上述公式的车辆违规特征评价权重矩阵 M ，如式（9）所示：

$$R = \begin{pmatrix} R_A \\ R_B \\ R_C \\ R_D \\ R_E \\ R_F \\ \vdots \\ R_J \end{pmatrix}, M = Z \cdot \begin{pmatrix} M_1 \\ M_2 \\ \vdots \\ M_n \end{pmatrix} \tag{9}$$

式（9）中， $R_A \sim R_J$ 分别为详细违规行为特征。使用 R 矩阵和 M 矩阵计算得到综合评价指标 W 。计算公式为 $W=RT \cdot M$ 。在计算出的综合评价指标 W 的基础上，确定结果的行为风险水平。 W 值越大，计算结果就越明显。达到一定的程度后，则被判定为违规行为。

3 实验论证

为了验证本文设计方法的可行性和有效性，设计对比实验与其他两种常规方法做对比实验，对基于三种方法的检测精准度进行对比。

3.1 实验准备

实验使用数据集来训练车辆违规行为检测矩阵。在实际路线场景中收集所有数据制作成为数据集，并标记 7481 个图像。每个图像都有不同程度的遮挡和截断。其类别的标签应全部用于有监督学习的特定类别标签的训练矩阵中。连续训练可以使矩阵更适合网络参数。上述列出的矩阵足够大数据集小易于应用，使用预训练网络来训练矩阵，并使用数据增加方法来增加可用样本的数量。具体训练措施为：

- (1) 删除剩余的 3 个单元和 NetRes60 连接的所
有层，加载 NetRes60 网络，然后添加之前引入的新的可转换层和长期存储网络，使用经过训练的权重参数。
- (2) 冻结 NetRes60 网络的所有剩余参数。
- (3) 使用数据扩展来获得具有样本的学习网络参数，利用缩放方法增加训练系统中的样本数量。通过增加即通过使用反转、移动，可以显著提高矩阵的稳定性。
- (4) 使用增加的数据来收集样本，并完全适应整个训练网络，减少 NetRes60 网络的后面三层参数。

测试计算机的主要设备配置：GPU、内存、英特尔酷睿 i7-6700@3.4 千兆赫 16GB（Kingston DDR43200MHz）；处理器、Nvidia GeForce GTX1060（6GB）。

3.2 对比实验

三种方法检测精准度对比见表 2。

表 2 三种方法检测精准度对比

检测方法	闯红灯 / 精准度 / %	逆行 / 精准度 / %	违规停车 / 精准度 / %
常规方法 a	89.7	93.1	95.5
常规方法 b	87.9	90.5	96.9
本文方法	97.6	98.9	100

由表 2 可知，常规方法 a 的平均检测精准度为 92.8%，常规方法 b 的平均检测精准度为 91.8%。而本文方法在针对于机动车的违规行为检测方面，对违规行为的平均检测精准度为 98.8%。实验结果证明，基于机器视觉的机动车违规行为检测方法检测精准度更高，检测的数据更符合机动车违规行为的实际情况。

4 未来发展和展望

4.1 技术发展

当前车辆跟踪技术是视觉跟踪领域最活跃的研究主题，该技术中使用了先进技术，这些技术应用到交通管理系统当中进行机动车违规行为检测，可以全面提升管理效率。这项技术也能用来应对日常突发事故，并且可以快速作出响应，从而有效地解决交通问题。在进行目标跟踪过程中，主要是根据目标和摄像头位置，因此可以将其分为静态背景下和动态背景下目标跟踪。首先，静态背景下目标跟踪。这种情况下摄像头是固定的，所以观察背景几乎不变，当有车辆经过时就可以进行跟踪。其次，动态背景下目标跟踪。这种跟着方式的摄像头不是固定位置的，因此观察背景是变化的，在这种情况下，通常是使用相应的检测方法对单帧图像进行检测，也就是逐帧检测方法，使用这种连续性检测结果来替代具体跟踪过程。这种方法的关键是检测器的实际检测性能，如果检测性能较差，就容易出现漏检和误检情况。为了提升检测效率，通常都采用短时跟踪和隔帧检测方法降低检测耗时。在实际操作过程中，机动车的违规行为各种各样，为了更好地进行检测，需要不断地提升检测方式和方法，才能准确地进行检测。

4.2 未来展望

为了全面优化目标检测，需要对相关技术进行深入研究，随着相关理论不断发展，很大程度提升了检测技术，不同的检测方法有着不同的特点，但是每种方法各有优势，因此在具体工作中，使用每一种方法都有一定的局限性，为了更好地对机动车违规行为检测，还可以从以下几方面改进。

(1) 根据不同场景，使用特征加上分类器进行检测，这种检测虽然有待于进一步提高，但是却有很好的实际使用效果。因为检测过程中，除了有平视和多视角，还有俯视和多视角，虽然也可以应用多个方式来解决这个问题，但是不能解决所有问题。因此在后续工作中，可以从样本处理方面入手，尽可能多地收集不同视角样本，然后人为地分为不同视角。

(2) 对于那些遮挡特别严重的情况，普通的方法具有一定局限性，只能处理遮挡较少的状况。为了后续的工作能够顺利开展，可以从算法方面入手，使用那些能够解决遮挡问题的方法，这样就能很好地解决遮挡问题，从而明确具体违规行为。

(3) 随着车型的不断增加，给车型识别带来了一定挑战，在判定违规行为时，由于不知道怎么称呼车型，所以给具体工作带来一定影响。这是因为当前的车型越来越多，车型之间区别不够明显，如果不是非常了解，在具体识别起来就会存在一定困难。如果只是在单一视角下识别，会非常困难。为了有效地解决这一问题，后续工作需要将车型细化，同时采集不同视角下不同车型样本，这样才可以进一步完善相关系统。随着车辆的不断增加，各种机动车违规行为不断增加，在这样的情况下如何快速地识别这些违规行为具有重要作用。

5 结语

本文针对违章停车、车辆逆行等问题，提出了一种基于机器视觉的机动车违规行为检测方法，经过测试表明，该方法可以很好地检测车辆的违规行为，并且可以应用于现实环境中。设计的基于机器视觉的机动车违规行为检测方法，根据车辆识别信息判断车辆是否违规，根据车辆方位信息确定车辆行驶是否逆行，利用机器进行车辆非法停车或其他非法活动检测，获取车辆牌照信息，获取驾驶员信息并进行进一步处理。

参考文献:

- [1] 刁世普, 李兆澎, 崔冠群. 基于局部视觉的特定工件移动机械臂动态抓取方法[J]. 机电工程技术, 2023, 52(04):21-24.
- [2] 刘云玲, 张天雨, 姜明, 等. 基于机器视觉的葡萄品质无损检测方法研究进展[J]. 农业机械学报, 2022, 53(S1):299-308.
- [3] 程鹏, 丁宝平, 郎宁, 等. 基于机器视觉的预警机雷达结构件检测方法研究[J]. 机电产品开发与创新, 2021, 34(01):8-10+21.
- [4] 孙茜, 李焕贞. 基于计算机视觉的大型机械装备逆向工程研究[J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(10):16-18.
- [5] 向亮, 段文丽, 李皓. 一种基于农业机械视觉技术的风机零件识别方法[J]. 南方农机, 2022, 53(14):24-26.
- [6] 胡代弟, 李锐君. 基于主动视觉的机械表面疲劳损伤裂纹检测[J]. 制造业自动化, 2022, 44(05):170-174.
- [7] 董静毅, 吕文涛, 包晓敏, 等. 基于机器视觉的PCB板表面缺陷检测方法研究进展[J]. 浙江理工大学学报(自然科学版), 2021, 45(03):379-389.

作者简介: 钱亮(1971.10-), 男, 汉族, 浙江绍兴人, 大专, 工程师, 研究方向: 机动车检测。

严正声明

近期, 本刊编辑部收到作者反映, 一些不法分子盗用我刊名义, 自建非法网站或钓鱼网页(<http://www.zgjxzz.cn>、<http://mach-china.toug.com.cn>等), 或以《中国机械》杂志社编辑部“编辑”“责任编辑”等名义, 向广大作者征收稿件, 并收取所谓的“版面费”、“审稿费”等, 严重侵犯、影响了我刊声誉和广大作者的权益。在此, 我刊严正声明如下:

1. 《中国机械》杂志社于1982年创刊, 是国家新闻出版署批准登记的国家级机械工程类学术期刊(旬刊), 目前尚未创建独立的“官方网站”, 浏览本刊电子版需从中国工业新闻网(<http://www.cinn.cn>)下方链接进入, 链接地址http://www.cinn.cn/zgjxzz/index_348.shtml, 或通过万方数据知识服务平台(<https://www.wanfangdata.com.cn/>)的官方网页搜索本刊进行查询, 链接地址<https://sns.wanfangdata.com.cn/perio/zgjx>查询全文;

2. 《中国机械》杂志为旬刊, 请广大作者认准, 凡标记“半月刊”“月刊”的网络征稿平台, 均为

非法网站, 欢迎联系本刊编辑部进行举报;

3. 《中国机械》杂志社唯一投稿邮箱: jxzzs@cinn.cn;

4. 《中国机械》杂志社《录用通知书》加盖“中国机械编辑部”公章, 凡加盖“《中国机械》杂志社编辑部”或使用已作废公章(防伪码为1101081749266的总编室公章、防伪码为1101081491290的原编辑部公章), 均为假冒录用通知书;

5. 《中国机械》杂志社从未委托任何机构、网站或个人代理本刊的组稿、审稿等相关事宜, 编辑部一直严格遵守“三审三校”规定, 追求杂志整体质量的提升, 将期刊的社会效益放在首位, 对于盗用《中国机械》杂志社名义发布虚假信息、实施非法征稿等行为, 本刊将依法追究其法律责任;

6. 本刊编辑部唯一联系电话: 010-67410664。

敬请广大作者和读者注意辨别, 提高警惕, 谨防上当!

《中国机械》杂志社
2023年6月