

复杂天气下交通场景多目标识别方法研究

董天天¹, 曹海啸², 阚希², 魏得右¹

(1. 江苏信息职业技术学院电信学院 2. 南京信息工程大学滨江学院物联网学院 江苏 南京 210000)

摘要 :针对复杂天气下,目标受雨、雪、雾等影响,造成语义识别困难,误检率高等问题,提出了一种基于 AlexNet 融合改进的 YOLOv3 网络模型^[1]。该网络基于卷积神经网络可以提取不同天气图像中判别性特征,然后基于不同天气状况使用不同方法去除干扰,最后使用改进的 YOLOv3 进行多目标判识。结果表明,复杂天气下该方法可以提高检测精度,并能满足实时性的需求。

关键词 :目标检测;深度学习;复杂天气;交通

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-1131(2020)11-0072-03

Multi Target Recognition Method of Traffic Scene In Complex Weather

Abstract: Aiming at the problems of difficult semantic recognition and high false detection rate caused by rain, snow, fog and other effects on targets in complex weather, an improved YOLOv3 network model based on AlexNet fusion is proposed. The network can extract discriminant features in different weather images based on convolutional neural network, then use different methods to remove interference based on different weather conditions, and finally use improved YOLOv3 for multi-target identification. The results show that the present method can also maintain the existing detection accuracy under complex weather, and can meet the real-time requirements.

Key words: target detection; deep learning; complex weather; traffic

0 引言

2019 年中国汽车销售量达到 2576.9 万辆,汽车数量的日益增多,交通安全事故也愈发频繁。据统计,有近 30% 的交通事故是由恶劣天气造成的,其发生率较晴朗天气上升了 70%。因为在雨雪雾等恶劣天气下驾驶员视线受到干扰,很难完全掌握周围路况信息,造成行车判断失误。因此恶劣天气已经成为影响道路安全行车的重要因素,如何有效预防和减少此类问题,已成为热点研究领域之一。

随着人工智能技术,特别是图像处理与目标检测技术的快速发展,使用深度学习算法已经可以达到实时性检测的要求。在目标检测方面主要分为两类,一类是基于候选框策略,比如 R-CNN(Regions with CNN features),Fast R-CNN(Fast Regions with

CNN features),这些网络结构上都是将特征提取、区域提取、分类器都整合在一个网络中,使得综合性能有了很大的提高;另一类是基于回归的目标检测与识别算法,主要有 YOLO(You Look Only Once),SSD(Single Shot MultiBox Detector),这些算法的特点是将物体检测问题当成是回归问题,用一个卷积神经网络结构就可以从输出图像中直接预测回归边框和类别概率,极大地提高了检测的速度,可以实时对物体进行分类检测^[2-3]。

然而在复杂天气背景下,受到雨雪雾等天气干扰,目标的特征提取变的困难,图像十分模糊,即使是人眼观察也很容易造成误判,这严重降低了目标检测的精度。本文提出的网络模型主要分为两步,首先使用卷积神经网络 Alexnet 实时分类当前天气状况,进而运用暗通道先验算法、小波融合算法去除

收稿日期:2020-09-10

基金项目:江苏高校品牌专业建设工程项目(PPY2015B190)、江苏省大学生创新训练计划项目(202013108002Y)研究成果。

作者简介:董天天,男,江苏信息职业技术学院,电子信息工程学院教师,硕士研究生,主要研究方向为模式识别;

4 结语

本文主要研究了深度卷积生成对抗网络在图像生成方面的应用,在原始 DCGAN 网络框架的基础上,在 DCGAN 生成模型中为了得到更多的原始图像局部特征,根据小波变换在图像分解方面的优势,有效地把小波基函数加入到 DCGAN 生成模型卷积层激活函数。对原始的模型和改进的方法进行了主观和客观的对比实验,实验结果表明,改进的 DCGAN 模型在图像亮度和对比度方面有所改善,从实验结果可以看出本文提出的方法的可行性,但结果提升还不是很理想,在将来的研究中会对模型做进一步改进。

参考文献:

- [1] Goodfellow I, Pouget-Abadie J, Mirza M, et al. Generative adversarial nets [C]//Advances in neural information processing systems. 2014: 2672-2680.
- [2] Goodfellow I. NIPS 2016 tutorial: Generative adversarial

networks[J]. arXiv preprint arXiv:1701.00160, 2016.

- [3] 柯健,徐志京.基于生成对抗网络的语音增强算法研究[J]. 信息技术与网络安全,2018,37(05):54-57.
- [4] 毛典辉,李子沁,蔡强,薛子育.基于 DCGAN 反馈的深度差分隐私保护方法[J].北京工业大学学报,2018,44(06):870-877.
- [5] Hu W, Tan Y. Generating adversarial malware examples for black-box attacks based on GAN[J]. arXiv preprint arXiv: 1702.05983, 2017.
- [6] Radford A, Metz L, Chintala S. Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks[J]. arXiv preprint arXiv:1511.06434, 2015.
- [7] 史丹青.生成对抗网络入门指南[M].北京:机械工业出版社,2018.
- [8] 朱纯,王翰林,魏天远,王伟.基于深度卷积生成对抗网络的语音生成技术[J].仪表技术,2018(02):13-15+20.
- [9] 刘颖,罗泽,朴英超.基于分段 Morlet 小波变换的植被物候遥感识别方法[J].计算机系统应用,2017,26(11):226-232.

雨雪雾的干扰,最后使用改进的YOLOv3实现对行车过程中行人、车辆和红绿灯等多目标识别^[4-5]。

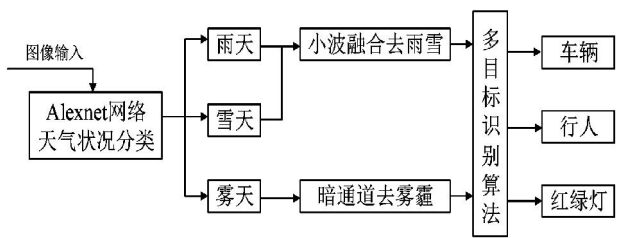


图1 本文算法流程图

1 复杂天气背景下多目标实时检测

1.1 Alexnet 天气分类模型

1.1.1 卷积神经网络

卷积神经网络(Convolutional Neural Network, CNN)一般包括输入层、卷积层、池化层和全连接层。卷积层通过卷积核对输入信号进行特征的提取,具有局部观察、权值共享和高层聚合等特征。池化(Pooling)可以减少特征图的维数和防止过拟合,具体做法是对特征图的某一区域用一个值替代。全连接层的每个神经元节点都与其前一层输出特征图中的所有神经元节点相互连接,全连接层可以整合卷积层或者池化层中具有类别区分性的局部信息^[6-8]。

1.1.2 Alexnet 网络结构

本文使用卷积神经网络来进行天气分类,和传统的神经网络不同,卷积神经网络除了普通神经元组成全连接层外,还包括卷积层和池化层,它们往往是交替出现使色彩域的输入图像尺寸不断减小,层数不断增加,向特征空间不断演变,最后使用全连接层连接网络,并使用分类器对特征空间的图片进行分类,最后输出预测的天气状态^[9-10]。

1.1.3 数据集的构成

基于深度学习的网络模型可以通过图像的方式识别出所处的天气状况,数据集由雾天、雨天、雪天和晴天四种构成。本文使用卷积神经网络来进行天气分类,又用模型分层学习研究了预训练过的 AlexNet 和天气检测卷积神经网络在每一层的表现,也使用具有某种具有实际意义的 AlexNet 的 1000 维的输出层结果训练了一个 SVM 分类器,并建立数据集结构来训练天气检测卷积神经网络。图像来源于公开数据集 AMOS (Archive of Many Outdoor Scenes),由人工标注图像的的天气状况,图片总共 1 万张,数据集图像构成如表 1 所示:

表 1 数据集组成

标签	晴天	雨天	雾天	雪天
数量	3560	2630	2196	1614



图2 数据集不同背景天气图片

1.2 雨雪雾噪声去除

1.2.1 小波融合去雨雪

在图像目标检测中,由于受天气环境的影响,目标会产生很多噪声点。这些噪声对机器视觉来说是个严重挑战^[11]。不仅识别准确率低还会造成误识别,所以必须去除天气原因造成的噪声。户外视觉在雨有(雪)天气条件下获取的视频图像会产生严重退化。本文使用了一种基于小波融合的视频图像去雨(雪)方法,在一幅图像的小波分解中,绝对值较大的小波高频系数对应着亮度急剧变化的点,也就是图像中对比度变换较大的边缘特征,如边界、亮线及区域轮廓。融合的效果就是对同样的目标,融合前在图像 A 中若比图像 B 中显著,融合后图像 A 中的目标就被保留,图像 B 中的目标就被忽略。这样,图像 A、B 中目标的小波变换系数将在不同的分辨率水平上占统治地位,从而在最终的融合图像中,图像 A 与图像 B 中的显著目标都被保留。从频率角度分析采用小波多层分解和小波融合技术,达到去雨去雪的目的。

1.2.2 暗通道去雾

在雾天识别路况信息中可知在绝大多数非天空的局部区域里,某些像素总会有至少一个颜色通道具有很低的值。换言之,该区域光强度的最小值是一个很小的数,下面给暗通道一个数学定义,对于任意输入的图像 J,其暗通道可以用下式表达:

$$J^{dark}(\chi) = \min_{y \in \Omega(\chi)} [\min_{c \in \{r, g, b\}} J^c(y)] \quad (1)$$

式中的 J^c 表示彩色图像的每个通道, $\Omega(\chi)$ 表示以像素 χ 为中心的一个窗口。首先求出每个像素 RGB 分量中的最小值,存入一幅和原始图像大小相同的灰度图中,然后再对这幅灰度图进行最小值滤波,滤波的半径由窗口大小决定,一般有 $W_{In-WindowSize} = 2 * Radius + 1$ 。暗通道的先验的理论指出: $J^{dark} \rightarrow 0$ 结合暗通道先验的理论,与计算机视觉和计算机图形中所描述的雾图形成模型,在根据暗原色先验理论可推导出去雾结果^[12-14]。

1.3 改进的 YOLOv3 目标检测与识别

当今很多汽车都带有周边路况检测系统,但由于汽车传感器自身的局限性,仍然有很多交通事故难以预警,并且传感器安装繁琐、精度有限,难以具有机器视觉的优势。而采用机器视觉则可以有效地对周围移动的目标、红绿灯的位置等进行探测,并把相关信息传递给驾驶者。目标检测具有广阔的发展前景和巨大的商业价值,已经成为国内外相关从业者的研究热点。在研究智能驾驶的道路上,目标检测是其中一个重要的关卡。其主要检测的目标分为两类:静止目标以及运动目标。静止目标如交通标识、车道、障碍物等,运动目标如车辆、行人、非机动车等,其中对于运动目标的检测尤为重要。本文采用 YOLO 端到端的目标检测网络,将物体检测作为回归问题求解。基于一个单独的 end-to-end 网络,完成从原始图像的输入到物体位置和类别的输出。其检测性能稳定并且可以实现实时检测,算法直接利用回归方法在输出层提取候选框的位置和所属类别,从而直接提高了目标的检测速度^[15-16]。YOLO 网络借鉴了 GoogLeNet 分类网络结构。不同的是,YOLO 未使用 inception module,而是使用 1×1 卷积层。本文以 YOLOv3 网络为基础,采用特征金字塔来增强检测效果,使用 K-means 算法对数据集中目标边框进行聚类,通过混合数据集进行训练,得到改进的特定运动目标检测模型,该模型可以识别前方路况中车辆、行人和红绿灯。

1.4 车道线检测

现代智能汽车设备中包含许多驾驶辅助系统(如ADAS, LKAS、AEB、ACC等)已经应用到当今的现代车辆中,可以减轻驾驶员负担,减少驾驶失误,从而提高驾驶的安全性、舒适性等。据交通部统计,约有50%的汽车交通事故是由偏离正常行驶车道造成的,主要原因有驾驶疲劳、情绪波动和注意力不集中等。因此,有效预防驾驶员无意识偏离车道线,可以减少交通事故发生的几率。车道线对于正常行驶的车辆具有鲜明且相对统一的导向作用,对车道线的解析模块可以反映车辆和车道线的信息。本文采用滑动窗多项式拟合的方法,对前方车道线定位,高亮正在行驶的车道线,并计算汽车偏离车道线中心的距离和车道线弯曲程度,对汽车偏离车道和物体进入安全行车距离时发出提醒,防止驾驶员因注意力分散等原因引发交通事故。关于直线检测的研究,使用基于变换的算法在天气和光照条件良好的状况下,对直线实现快速有效地检测。在对弯道检测研究中,采用各种曲线进行拟合^[17]。

2 实验结果

实验使用英伟达(NVIDIA)Jetson Nano developer kit产品作为本文算法的移动端实现设备,Nano是一款小型的人工智能计算机,拥有强大的图像处理能力,常用于深度学习、计算机视觉、计算机图形和多媒体处理,可以同时运行多个神经网络,支持常用的Tensorflow、pytorch、Keras等人工智能框架。用于快速运行现代AI算法,可以并行运行多个神经网络,同时处理多个高分辨率传感器,4G显存,260个边缘引脚连接器,大小仅为69.6mm*45mm,可以满足移动端高计算量需求。

评价指标采用IoU(Intersection over Union),一种测量在特定数据集中检测响应物体准确度的一个标准,用于测量真实值和预测之间的相关度,相关度越高,该值越高,计算方法是两个区域重叠的部分除以两个区域的集合部分得出的结果;本文中即为预测物体和标签真值区域重合部分除以集合部分;AP(Average precision)单标签平均精确度,mAP(Mean Average Precisoion)所有类标签的平均精确率,FPS(Frames Per Second)每秒传输帧数,指标越高表明画面越流畅。表2为不同方法实验结果,可以发现使用本文算法在复杂天气影响下进行目标实时识别,车辆、行人、红绿灯等单标签AP值都有所提升,FPS值与YOLO-V3-Tiny相比只降低了2帧,仍然可以达到实时检测的要求。

表2 不同算法实验结果对比

模型	IOU	mAP	AP			FPS
			车辆	行人	红绿灯	
SSD	0.8056	0.8956	0.9058	0.8967	0.9006	12
Fast-RCNN	0.7895	0.8898	0.9077	0.8945	0.9014	13
YOLO-v3-Tiny	0.8012	0.9056	0.9158	0.9084	0.9098	18
本文算法	0.8135	0.9123	0.9287	0.9155	0.9109	16

经过实地测量,系统具有较好的稳定性,图像处理可以达到16帧/秒。满足实时性的要求。可以对复杂天气下的汽车、行人、红绿灯和车道线具有很好的识别准确度。图像输出模块运行正常,可以实时传输到车载显示屏并显示,图3为设备与车载实测图,图4为复杂天气下使用本文算法目标识别效果图,以上可以证明本文算法的有效性。



图3 设备与车载实测图

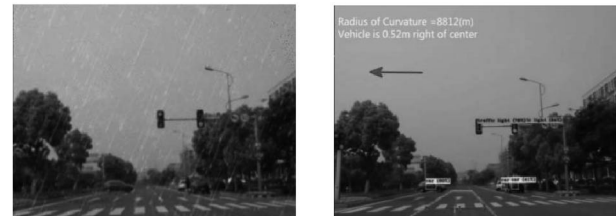


图4 复杂天气下目标识别效果图

参考文献:

- [1] 王彤. 利用卷积神经网络的交通标志智能检测方法研究[D].北京建筑大学,2020.
- [2] 刘明旺. 基于YOLOv3的国内交通标志识别及嵌入式实现[D].海南大学,2020.
- [3] 张邯,罗晓曙,袁荣尚.基于优化的卷积神经网络在交通标志识别中的应用[J].现代电子技术,2018(21)
- [4] 杨万挺.基于局部信息特征的雾天图像增强算法研究[D].合肥工业大学,2010.
- [5] 李涵.图像天气检测及去除的研究与实现[D].大连理工大学,2018.
- [6] 伍晓晖.基于深度学习的交通标志识别算法研究[D].北京建筑大学,2020.
- [7] 周访滨,邹联华,刘学军,孟凡一.栅格DEM微地形分类的卷积神经网络法[J/OL].武汉大学学报(信息科学版):1-9 [2020-09-03].
- [8] Zhengjun Qiu, Nan Zhao, Lei Zhou, et al. Vision-Based Moving Obstacle Detection and Tracking in Paddy Field Using Improved Yolov3 and Deep SORT. 2020, 20(15)
- [9] 李轩,李静,王海燕.密集交通场景的目标检测算法研究[J].计算机技术与发展,2020,30(07):46-50.
- [10] 邢扣子.基于CPU-FPGA的容错神经网络模型训练系统[D].合肥工业大学,2019.
- [11] 王志超,陈震.基于小波融合的视频图像去雨(雪)方法[J].北华大学学报(自然科学版),2018,19(01):135-140.
- [12] 王红.基于层次递阶的雾天图像清晰化方法研究[D].太原理工大学,2019.
- [13] 高珠珠,魏伟波,潘振宽,赵慧.结合暗通道先验与Hessian正则项的图像去雾[J].图学学报,2020,41(01):73-80.
- [14] 丁奇安,徐晓光,王珍.一种暗通道先验结合小波变换的图像去雾优化算法[J].四川理工学院学报(自然科学版),2018,31(05):43-48.
- [15] 李云鹏,侯凌燕,王超.基于YOLOv3的自动驾驶中运动目标检测[J].计算机工程与设计,2019,40(04):1139-1144.
- [16] 张强.基于改进YOLOv3的手势识别方法研究[D].合肥工业大学,2019.
- [17] 李嘉宁,刘杨,胡馨月,刘建恬,陈宗文.基于深度学习的无人驾驶视觉识别[J].工业技术创新,2020,07(04):54-57.