

基于LeNet-5的卷积神经图像识别算法

张万征, 胡志坤, 李小龙

引用本文:

张万征, 胡志坤, 李小龙. 基于LeNet-5的卷积神经图像识别算法[J]. 液晶与显示, 2020, 35(5): 486–490.

ZHANG Wan-zheng, HU Zhi-kun, LI Xiao-long. Convolutional neural image recognition algorithm based on LeNet-5[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2020, 35(5): 486–490.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3788/YJYXS20203505.0486>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于深度可分离卷积的交通标志识别算法

Traffic sign recognition algorithm based on depthwise separable convolutions

液晶与显示. 2019, 34(12): 1191–1201 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20193412.1191>

基于深度卷积生成对抗网络的图像识别算法

Image recognition algorithms based on deep convolution generative adversarial network

液晶与显示. 2020, 35(4): 383–388 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20203504.0383>

基于深度卷积神经网络的多特征融合的手势识别

Multi-feature fusion gesture recognition based on deep convolutional neural network

液晶与显示. 2019, 34(4): 417–422 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20193404.0417>

基于深度卷积神经网络的宫颈细胞病理智能辅助诊断方法

Intelligent auxiliary diagnosis method of cervical cytopathology based on deep convolutional neural networks

液晶与显示. 2018, 33(6): 528–537 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20183306.0528>

基于深度学习的乳液泵缺陷检测算法

Defect detection algorithm of lotion pump based on deep learning

液晶与显示. 2019, 34(1): 81–89 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20193401.0081>

文章编号:1007-2780(2020)05-0486-05

基于 LeNet-5 的卷积神经图像识别算法

张万征*, 胡志坤, 李小龙

(智洋创新科技股份有限公司, 山东 淄博 255086)

摘要: 为了提升道路交通标志的识别准确率以及实施性能, 本文提出一种改进的 LeNet-5 卷积神经网络结构对交通标志图像进行训练。首先在检测阶段, 采用基于颜色的轻量级分割算法和 Hough 变换算法提取交通标志的目标区域, 并控制算法复杂度使该识别系统基本满足实时性要求, 再利用 LeNet-5 对交通标志进行分类识别。在实际的校园道路在线识别试验中进行检测, 结果表明, 18 个交通标志通过驾驶均在本文的算法中成功识别, 其运行速率达到 16.9 Hz, 基本满足交通标志识别稳定、实时等性能要求。

关键词: 交通标志识别; 卷积神经网络; 实时图像处理; 自主车辆

中图分类号: TP391.41 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20203505.0486

Convolutional neural image recognition algorithm based on LeNet-5

ZHANG Wan-zheng*, HU Zhi-kun, LI Xiao-long

(Zhiyang Innovation Technology Co., Ltd., Zibo 255086, China)

Abstract: In order to improve the recognition accuracy and implementation performance of road traffic signs, an improved LeNet-5 convolutional neural network structure is proposed to train 18 kinds of traffic sign images. Firstly, in the detection phase, the light-weight segmentation algorithm based on color and Hough transform algorithm is used to extract the target area of traffic signs, and the complexity of the control algorithm makes the recognition system basically meet the real-time requirements, and then LeNet-5 is used to classify and recognize traffic signs. The results show that the traffic signs are successfully identified by driving in the algorithm of this paper, and the running speed reaches 16.9 Hz, which basically meets the performance requirements of traffic sign recognition, such as stability, real-time and so on.

Key words: traffic sign recognition; convolutional neural network; real-time image processing; autonomous vehicle

1 引言

近年来, 各大知名汽车公司都在积极开发先

进的驾驶辅助系统(ADAS)^[1], 并试图将 ADAS 系统商业化, 甚至作为将来自动驾驶的基础。ADAS 系统不仅配备了车道保持辅助系统(LKAS)^[2], 还需要配备具有各种道路交通识别

收稿日期: 2019-10-25; 修订日期: 2020-01-06.

* 通信联系人, E-mail: ZHwanzheng10@163.com

标志的交通标志识别(TSR)系统。而根据欧洲 NCAP 评级标准,当汽车速度超过设定的速度阈值时,汽车应该能够向驾驶员发出警告。尽管当前应用广泛的数字地图数据也可以知道限速值,但这种方法仅限于地图数据中的道路。因此,在大多数汽车驾驶情况下,需要基于视觉的交通标志识别系统,要求 TSR 系统需要能识别各种交通标志,以获得更详细的道路信息^[3]。近年来,交通标志识别越来越受到国内外研究者的关注。比如清华大学、西安交通大学等高校和科研院所对自动驾驶车辆和交通标志识别进行了大量研究。2008 年,国家自然科学基金启动了视听信息认知计算项目,无人驾驶中与车辆相关的可视化计算是其重要的研究内容之一。交通标志图像采集通常来自于驾驶车辆上的摄像设备^[4],因此交通标志识别系统在实际应用中需要具有良好的实时性和准确性。自然场景中光照、天气、遮挡和拍摄角度的变化增加了交通标志识别的难度。目前,交通标志分类识别的主要算法有统计分类、模板匹配、稀疏编码、神经网络和遗传算法。其中,基于卷积神经网络的交通标志识别算法以其自学习能力受到国内外研究人员的高度重视。特别是在深度学习结构中,卷积神经网络(CNN)在图像分类问题中得到了广泛的应用。CNN 是一种使用小的子区域(接收域)的多层感知器。接收域被平铺以覆盖整个输入图像,然后通过共享相同的权重和偏移量生成特征映射。因此,深度学习可以减少神经网络学习所需的参数数目,提高学习效率。

本文利用 LeNet-5 对国内各种交通标志进行训练,最后以实时应用为目标,选择合适的轻量级检测算法提取交通标志感兴趣区域,再通过训练模型对交通标志进行识别。

2 基于 LeNet-5 的交通标志识别算法

2.1 提取交通标志候选

包括本文使用的 LeNet-5 模型^[5]在内,几乎所有用于图像分类的 CNN 模型都是以物体图像作为输入数据的。通常在图像识别过程中会先对图像进行预处理,选择性搜索常被用作目标检测的预处理。它通过计算不同颜色空间和纹理的相似性来搜索可能包含对象的区域。目的是在健壮

性和速度之间进行权衡^[6]。上述算法尽管可以取得较好的检测效果,但时间复杂度太高,无法满足实时计算的要求。因此,本文提出了一种简单的区域分割方法,即 HSV(Hue, Saturation, Value) 阈值运算,色调值的范围设置为 0~180,其他值的范围为 0~255。在实际应用场景中,交通标志具有鲜明的色彩特征,如人行横道标志是蓝色的,停车标志是红色的。因此,简单的 HSV 阈值法基本能提取出大部分交通标志的区域。表 1 显示了包含“停车”和“人行横道”标志的图像的色调、饱和度和值分布。一般来说,停车标志的色调较高(大于 160),人行横道标志的色调在 100 左右。饱和度的值也取决于道路标志本身。本文选择了 5 个阈值操作的最小和最大 H 、 S 和 V 数。分别采用了停车、急转弯、慢行、人行横道、减速标志提取算法,通过下面的方程得到 HSV 的最小数和最大数。

$$\begin{aligned} H_{\min} &= \mu_H - \alpha \sigma_H, & H_{\max} &= \mu_H + \alpha \sigma_H \\ S_{\min} &= \mu_S - \beta \sigma_S, & S_{\max} &= \mu_S + \beta \sigma_S \\ V_{\min} &= \mu_V - \gamma \sigma_V, & V_{\max} &= \mu_V + \gamma \sigma_V, \end{aligned} \quad (1)$$

式(1)中, μ 是非零像素的平均值和标准偏差。 α 、 β 和 γ 是 H 、 S 和 V 范围边缘的决定因素。一般取 α 为1.1, β 和 γ 设置为2.5。最大值和最小值的选择都反映了足够的饱和度和值的裕度,因为它们都会随着光照条件的变化而发生变化。特别是在停止标志中,由于本文使用 HSV 二次曲线颜色空间模型,所以色调的最小值和最大值被设置为启发式的。红色的色调在 170~180 和 0~10 之间。

表 1 HSV 最大值最小值
Tab.1 HSV maximum and minimum

	最小阈值			最大阈值		
	H	S	V	H	S	V
1	1	47	42	21	182	143
2	12	71	1	31	251	206
3	0	15	17	41	151	142
4	102	38	19	112	149	162
5	14	93	21	25	227	205

限速标志的形状是一般圆形的,与其他物体的形状有区别。因此,Hough 变换用于检测输入

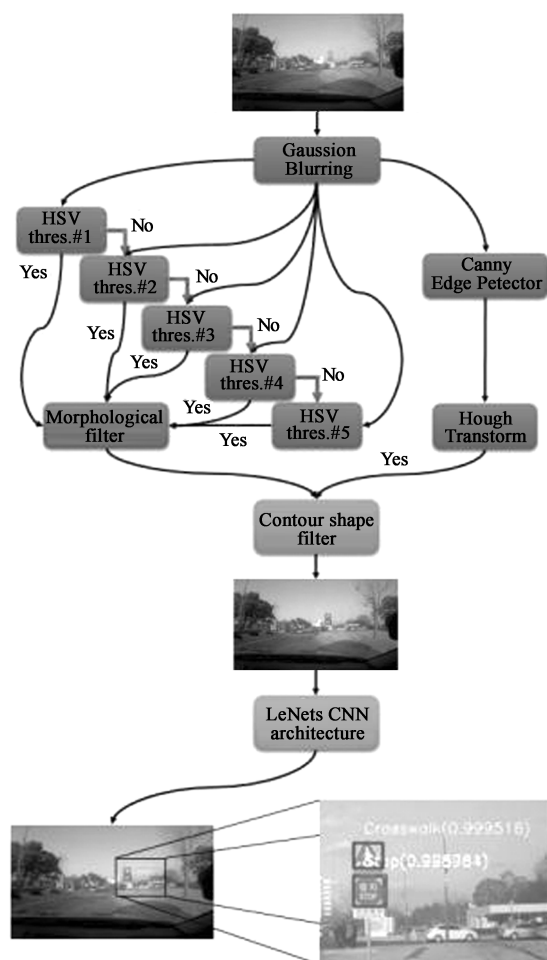


图 4 系统流程图及识别结果

Fig.4 System flow chart and identification results

4 结 论

在基于视觉的 ADAS 领域中,大多数研究都是利用静态算法进行的,传统的 LeNet-5 可以高效地进行数字识别,但是由于其模型较为复杂且检测区域过多,因此计算速度较慢,在很多情况下无法满足 TSR 系统中对实时判断的要求,本文提出了

改进的 LeNet-5 卷积神经网络结构对 18 种交通标志图像进行识别。在检测阶段,采用基于颜色的轻量级分割算法和 Hough 变换算法提取交通标志的目标区域,再利用 LeNet-5 对交通标志进行分类识别。最后通过在校园道路中的交通标志进行实验证明,本文算法可以快速识别出道路中的交通标志,具有稳定高效、实时性好的优势。

参 考 文 献:

- [1] 吕能超,段至诚,吴超仲.驾驶经验对先进驾驶辅助系统的作用研究 [J]. 交通运输系统工程与信息, 2017, 17(6): 48-55.
LV N C, DUAN Z C, WU C Z. The impact of driving experience on advanced driving assistant systems [J]. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 2017, 17(6): 48-55. (in Chinese)
- [2] 孙涛,张志伟.基于 Kalman 滤波器的车道保持辅助系统研究 [J]. 计算机应用与软件, 2014, 31(1): 54-56, 68.
SUN T, ZHANG Z W. On lane-keeping-assist system based on Kalman filter [J]. *Computer Applications and*

- Software*, 2014, 31(1): 54-56, 68. (in Chinese)
- [3] 朱双东, 张懿, 陆晓峰. 三角形交通标志的智能检测方法 [J]. 中国图象图形学报, 2006, 11(8): 1127-1131.
ZHU S D, ZHANG Y, LU X F. Intelligent approach for triangle traffic sign detection [J]. *Journal of Image and Graphics*, 2006, 11(8): 1127-1131. (in Chinese)
- [4] 张邴. 基于卷积神经网络的交通标志图像识别方法研究 [D]. 桂林: 广西师范大学, 2018.
ZHANG H. Traffic sign image recognition method based on convolution neural network [D]. Guilin: Guangxi Normal University, 2018. (in Chinese)
- [5] LECUN Y, BOTTOU L, BENGIO Y, *et al.* Gradient-based learning applied to document recognition [J]. *Proceedings of the IEEE*, 1998, 86(11): 2278-2324.
- [6] 吴银花, 金龙旭, 张柯. 应用 J_{mode} 值单调性的快速 P 帧模式选择算法 [J]. 液晶与显示, 2012, 28(2): 266-272.
WU Y H, JIN L X, ZHANG K. Fast P-frame mode decision algorithm using monotonicity of J_{mode} [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 28(2): 266-272. (in Chinese)
- [7] 代勤, 王延杰, 韩广良. 基于改进 Hough 变换和透视变换的透视图像矫正 [J]. 液晶与显示, 2012, 27(4): 552-556.
DAI Q, WANG Y J, HAN G L. Perspective image rectification based on improved Hough transformation and perspective transformation [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(4): 552-556. (in Chinese)
- [8] 钱晓亮, 郭雷, 余博. 基于目标尺度的自适应高斯滤波 [J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(12): 14-16, 20.
QIAN X L, GUO L, YU B. Adaptive Gaussian filter based on object scale [J]. *Computer Engineering and Applications*, 2010, 46(12): 14-16, 20. (in Chinese)
- [9] 孟立娜, 韩其睿. 一种全局和局部相结合的二值化方法研究 [J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(11): 116-119.
MENG L N, HAN Q R. An improved binarization method combined global thresholding with local thresholding [J]. *Computer Technology and Development*, 2012, 22(11): 116-119. (in Chinese)
- [10] 张帆, 韩树奎, 张立国, 等. Canny 算法的 GPU 并行加速 [J]. 中国光学, 2017, 10(6): 737-743.
ZHANG F, HAN S K, ZHANG L G, *et al.* Parallel acceleration of Canny algorithm based on GPU [J]. *Chinese Optics*, 2017, 10(6): 737-743. (in Chinese)
- [11] 芦碧波, 扈天卿, 刘甜甜. 面向线束端子显微图像分割的变指数色度滤波 [J]. 光学精密工程, 2019, 27(8): 1894-1900.
LU B B, HU T Q, LIU T T. Variable exponential chromaticity filtering for microscopic image segmentation of wire harness terminals [J]. *Optics and Precision Engineering*, 2019, 27(8): 1894-1900. (in Chinese)
- [12] 吴阳阳, 彭广德, 吴相飞. 基于 LeNet-5 改进的卷积神经网络图像识别方法 [J]. 信息与电脑, 2018(7): 127-130.
WU Y Y, PENG G D, WU X F. An improved convolutional neural network image recognition method based on LeNet-5 [J]. *China Computer & Communication*, 2018(7): 127-130. (in Chinese)
- [13] 李培秀, 李致金, 韩可, 等. 基于 Caffe 深度学习框架的标签缺陷检测应用研究 [J]. 中国电子科学研究院学报, 2019, 14(2): 118-122.
LI P X, LI Z J, HAN K, *et al.* Application research of label defect detection based on Caffe deep learning framework [J]. *Journal of China Academy of Electronics and Information Technology*, 2019, 14(2): 118-122. (in Chinese)
- [14] JIA Y Q, SHELHAMER E, DONAHUE J, *et al.* Caffe: convolutional architecture for fast feature embedding [C]// *Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Multimedia*. Orlando, Florida: ACM, 2014: 675-678.

作者简介:



张万征(1978—),男,山东淄博人,学士,高级工程师,2001 年于山东工程学院(现山东理工大学)获得学士学位,主要从事电力物联网、电力设备在线监测、隐患人工智能识别和智能运维等方面的研究。
E-mail: ZHwanzheng10@163.com