

文章编号: 2095-2163(2022)05-0102-05

中图分类号: TP391

文献标志码: A

基于机器视觉的停车场智能寻车系统

杜嘉豪, 黄孝慈, 邢孟阳

(上海工程技术大学 机械与汽车工程学院, 上海 201620)

摘要: 近些年来, 中国经济飞速增长, 汽车产业也已进入持续发展新阶段。在此背景下, 对于驾驶人来说除了拥堵的困扰之外, 停车难、找车难的问题也日益突出。因此, 本文提出了基于机器视觉的停车场智能寻车系统, 旨在为复杂停车场环境下快速寻车、降低用户时间成本、及推进现有智能停车场建设等提供有效支持。该系统包含三大模块, 车牌识别模块负责输出车牌文本, 与移动终端模块人工输入的车牌信息进行匹配, 进而确定车辆所在位置, 最后由路径规划模块实现寻车路径规划。系统在移动终端触控操作, 并显示最短路线, 完成智能寻车。测试实验表明, 该系统算法在改进后具有良好的鲁棒性和更快的检测准确率, 车牌检测准确率可达到 96.86%, 并且路径规划时长大幅缩短, 较好地实现了复杂停车场环境下快速智能寻车的目的。

关键词: 机器视觉; 车牌识别; 路径规划; 停车场管理

Intelligent car search system for parking lot based on machine vision

DU Jiahao, HUANG Xiaoci, XING Mengyang

(School of Mechanical and Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[Abstract] In recent years, China's economy has grown rapidly, and the development of the automobile industry has entered a new stage of sustainable development. In this context, in addition to the problems of congestion, the problems of difficulty in parking and finding a car have become increasingly prominent for drivers. Therefore, this article proposes the machine vision-based parking lot intelligent car-finding system, which aims to quickly find a car in a complex parking environment, reduce user time costs, and promote the construction of existing smart parking lots. The system contains three modules. The license plate recognition module is responsible for outputting the license plate text, and matching it with the license plate text manually input by the mobile terminal module, then determining the location of the vehicle to be found. Finally, the path planning module implements the shortest path planning. The system touches the mobile terminal and displays the shortest route to complete the intelligent car search. The test results show that the improved algorithm has good robustness and faster detection accuracy, the license plate detection accuracy can reach 96.86%, and the time of path planning is greatly shortened, which better realizes the purpose of fast intelligent car search in complex parking environment.

[Key words] machine vision; vehicle license plate recognition; path planning; parking lot management

0 引言

近些年来, 国民生活质量日益改善和提高, 与此同时机动车辆数也在迅速地增长, 但随即却也出现了“停车难”以及“找车难”等一系列问题。如今, 在购物商场等大型停车场内, 停车困难与找车困扰成为了汽车业务的两大主要问题。究其原因有 2 个方面, 首先是在热门区域地段, 公共停车位紧张; 其次, 由于复杂停车场占用空间大和方向不易辨别等原因, 导致车主们寻车时容易会陷入迷路, 从而浪费大量时间。所以智能寻车系统成为学术界的热点研究课题, 并已经对此进行大量的探索和尝试, 提出了多种解决方案。但提出的解决方案均存在着不同的技术缺陷, 例如寻车精度和效率较低或者执行成

本过高等, 都无法完美地解决上述问题^[1]。

在此背景下, 提出一种基于机器视觉的停车场智能寻车系统, 有效解决了在复杂大型地下停车场内, 车主难停车、寻车时易迷失方向, 且找车困难的问题。停车场电子地图可以在移动终端显示屏诱导, 通过车牌识别模块和路径规划模块相结合, 帮助车主找到自己车辆停放的位置。该系统使车主停车和找车更加方便, 大幅提升停车场的运营管理效率。在车牌识别模块方面, 系统改进 YOLOv3 检测模型和 CRNN 字符识别模型, 提高了车牌检测及车牌号识别速率。在路径规划模块方面, 系统改进 A* 算法, 提高路径寻找的准确率和效率。

1 系统总体设计与架构

本文系统技术路线如图 1 所示。图 1 中给出了

作者简介: 杜嘉豪(1998-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 机器视觉。

通讯作者: 黄孝慈 Email: h2128249@163.com

收稿日期: 2021-09-06

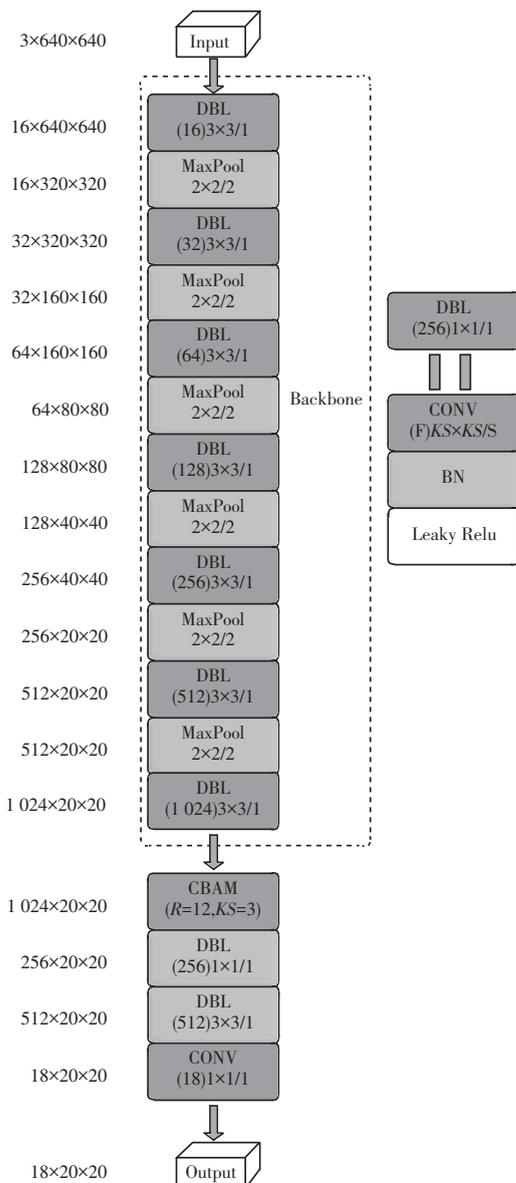


图3 YOLO_D网络结构图

Fig. 3 YOLO_D network structure



图4 CRNN_D网络结构图

Fig. 4 CRNN_D network structure

由图4可知,因为每一个车牌都具有特定的颜色,因此本文将原网络中灰度图像输入部分改进成为 $3 \times 32 \times 88$ 的彩色图像输入,并且将卷积特征提取网络的输入通道修改成3。通过对网络模型中输入的选择和调整,可以让识别车牌文本的准确性获得大致约3%的提高。另外当字符倾斜较大时会严重影响辨识的精度,所以在空间矫正部分,本文在特征提取前,加入STN网络,对其中所输入的图像进行了预校正,对输入的数据进行空间变化,提高识别的精度。通过测试实验证明,改进后的网络架构使得模型的辨识精度和准确性获得了约6%的提高^[7]。

3 路径规划在系统中的实现

3.1 Q-Star 算法基本内容和原理

本文路径规划算法是基于A*算法来进行改进,A*算法是一种启发式搜索算法。A*算法的基本原理是先评估每个搜索位置,找到最佳位置,再从这个位置搜索到目标。这样一来就省略了不必要的搜索路径,直接提高了路径规划的效率^[8]。传统的A*算法的总代价计算公式为:

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (1)$$

本文将2个方格间的距离设为相同的值:由于停车场环境的独特性,可以将2个没有障碍物的方格间的距离设为相同数值。进而将传统的A*算法,优化为动态衡量启发式A*算法—Q-Star算法^[8]。与A*算法不同的是,本文算法中 $h(n)$ 变成了 $w(n) * h(n)$,其中的 $w(n)$ 会影响估计值。在路径规划过程中,可以通过改变 $w(n)$ 来进行调整,就如公式(1)中的 $h(n)$ 对A*算法的影响。分析可知, $w(n)$ 越大,越趋近于BFS算法,而 $w(n)$ 相对越小,则相对于趋近于Dijkstra算法,这就是本文提出的Q-Star算法优化的重点所在。

3.2 Q-Star 算法特点

(1)增加Weights值,如上文所述在初始参数中增加了 $h(n)$ 的权重系数Weights,通过这个系数的大小就可以控制路径规划的行为,本文利用循环进行迭代来寻找终止点,寻找到最优点的方案。

(2)进行拐角优化,分析发现无论是原本的A*算法,还是传统的动态衡量启发式的算法,由其找出来的路径只是数学上的最优路径,一些转弯是完全可以省去的,而Q-Star算法在保证不增加路程的基础上尽量减少了转弯次数,从而提高路径规划的效率。算法优化后的示意图^[8-9]如图5所示。

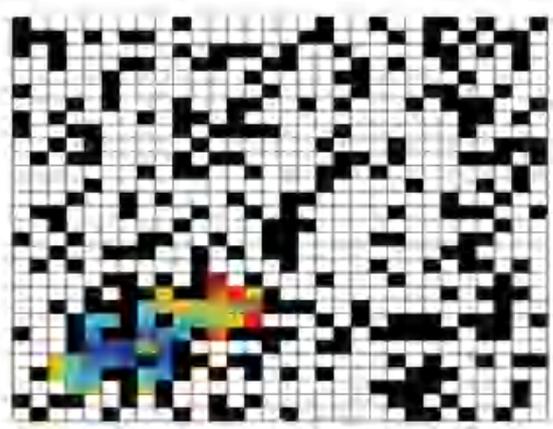


图 5 算法优化示意图

Fig. 5 Algorithm optimization diagram



图 8 系统最短路径规划界面

Fig. 8 Shortest path planning page of the system

4 结果与分析

4.1 系统界面展示

(1) 系统操作界面。研发得到的系统移动终端操作界面见图 6。



图 6 系统移动终端操作界面

Fig. 6 Mobile terminal operation page of the system

(2) 车辆定位界面。研发得到的车辆定位界面见图 7。



图 7 车辆定位界面

Fig. 7 Location page of the vehicle

(3) 最短路径规划界面。研发得到的系统最短路径规划界面见图 8。

(4) 车牌识别界面。研发得到的车牌识别界面及结果详见图 9、图 10。



图 9 车牌识别界面

Fig. 9 License plate recognition page



图 10 车牌识别结果

Fig. 10 License plate recognition results

4.2 系统测试及误差分析

(1) 车牌识别效果验证。车牌识别模块结合 YOLO_D 和 CRNN_D 车牌识别网络模型, 在测试集上与传统算法进行测试, 对比实验结果见表 1。结果表明, 本文改进的车牌识别算法的识别准确率达到 96.86%, 较传统算法的准确率提高了 29.7%, 并且检测图片时长大幅缩短, 仅用时 15.66 ms, 满足实时检测的时间要求。

表1 车牌识别实验结果

Tab. 1 Experimental results of license plate recognition

模型	词准确率/%	单张用时/ms
YOLO_D+CRNN_D	96.86	15.66
easyPR	67.16	511.27

(2) 路径规划算法效果验证。基于 Matlab 软件,对传统的 A* 算法和 Q-Star 算法进行搜索测试对比,将传统的 A* 算法文件命名为 A_ROAD_book02.m, Q-Star 算法文件命名为 A_ROAD_book03.m,运行并计时的结果对比如图 11、图 12 所示。



图 11 传统 A* 算法火焰图

Fig. 11 Flame diagram of the traditional A* algorithm



图 12 Q-Star 算法火焰图

Fig. 12 Flame diagram of the Q-star algorithm

如上述进行的 A* 算法与 Q-Star 算法的实验对比,通过对比结果可知,在相同的条件下,对同一目标进行搜索与路径规划, A* 算法平均需要用时 31.87 s,相比之下, Q-Star 算法则只需 7.53 s,其搜索目标和规划的效率是传统 A* 算法的 4.23 倍。研究中又对 2 种算法的路径规划准确度进行了同等条件下的实验,路径规划算法实验结果见表 2。结果表明, Q-Star 算法所规划路径的成功率远高于传统 A* 算法,其成功率对比为 95.4% : 54.6%。

表2 路径规划算法实验结果

Tab. 2 Experimental results of the path planning algorithms

算法	平均用时/s	对比成功率/%
传统 A*	31.87	54.6
Q-Star	7.53	95.4

5 结束语

本文基于机器学习,设计了一款人机交互型便民服务的复杂地下停车场智能寻车系统,系统车牌检测模块算法通过在前人基础上改进并提出了 YOLO_D 和 CRNN_D 模型,这 2 种模型的提出有效提高了车牌识别的速度和准确性,其鲁棒性也得到了极大的提升,确保了系统的快速稳定运行。而在路径规划模块中,本文基于多种路径规划算法改进成 Q-Star 算法,使得路径搜索效率远高于传统的 A* 算法,并且改进后的算法,路径规划的准确率高达 95.4%,确保该系统在复杂地下停车场内使用中能够满足用户的需求。最终,将两大系统集成为一个交互系统,并研发制作了用户界面,简化用户操作使用流程,能够使用户无障碍式上手该系统,有利于该智能寻车系统未来的推广使用,更好地服务于社会,解决“停车难”与“寻车难”的问题^[10]。

参考文献

- [1] 冯小刚. 基于二维码的停车场反向寻车设计与实现[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2015.
- [2] 陶星珍, 李康顺, 刘玥. 基于深度学习模型 LeNet-5-L 的车牌识别算法[J]. 计算机测量与控制, 2021, 29(06): 181-187.
- [3] REDMON J, FARHADI A. Yolov3: An incremental improvement [J]. arXiv preprint arXiv: 1804.02767, 2018.
- [4] SHI Baoguang, BAI Xiang, YAO Cong. An end-to-end trainable neural network for image-based sequence recognition and its application to scene text recognition [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2017, 39(11): 2298-2304.
- [5] 石小磊. 基于卷积神经网络的复杂条件车牌识别[D]. 成都: 电子科技大学, 2020.
- [6] 饶文军, 谷玉海, 朱腾腾, 等. 基于深度学习的车牌智能识别方法[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2021, 35(03): 119-127.
- [7] 彭帮旭. 基于 WIFI/RFID 定位的大型地下停车场寻车路径规划研究[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2019.
- [8] 华洪, 张志安, 施振稳, 等. 动态环境下多重 A* 算法的机器人路径规划方法[J]. 计算机工程与应用, 2021, 57(10): 173-180.
- [9] 吴云. 基于移动终端的大型停车场反向寻车系统的设计与实现[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2016.
- [10] 孙二杰, 石震, 李伟, 等. 大型公共地下停车场智能管理系统[J]. 现代建筑电气, 2015, 6(02): 50-53.