

基于改进型蚁群算法自适应停车引导系统的设计

晏 勇¹, 雷 航², 梁 潘³

(1. 阿坝师范学院 电子信息与自动化学院, 四川 阿坝 623002; 2. 电子科技大学信息与软件工程学院, 四川 成都 610054; 3. 成都航空职业技术学院 士官管理学院, 四川 成都 610100)

摘 要: 针对停车场停车最优路径规划问题, 提出了基于改进型蚁群算法的自适应停车引导模型。以原有信息素更新为基础, 设计下一步潜在节点状态转移策略, 引入停车路径动态自适应度, 进一步缩小蚂蚁搜索范围, 合理规划最优停车路径。对比仿真实验表明: 改进型自适应蚁群算法求解效率和质量有明显优势, 实现了停车最优路径规划与选择, 减少了停车时间, 提高了安全性, 具有很强的实用价值。

关键词: 停车; 最优路径; 改进蚁群算法; 状态转移策略; 自适应度

中图分类号: TP391.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-4956(2020)03-0080-03

Design of adaptive parking guidance system based on improved ant colony algorithm

YAN Yong¹, LEI Hang², LIANG Pan³

(1. College of Electronic Information and Automation, Aba Teachers University, Aba 623002, China;
2. School of Information and Software Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China; 3. College of Sergeant Management, Chengdu Aeronautical Vocational and Technical College, Chengdu 610100, China)

Abstract: In view of the problem of optimal path planning for parking lots, an adaptive parking guidance model based on improved ant colony algorithm is proposed. Based on the updating of the original pheromone, the next potential node state transition strategy is designed, and the dynamic adaptive degree of parking path is introduced to further narrow the scope of ant search and reasonably plan the optimal parking path. The simulation results show that the improved adaptive ant colony algorithm has obvious advantages in solving efficiency and quality, realizing the optimal path planning and selection of parking, reducing the parking time and improving the safety, and has strong practical value.

Key words: parking; optimal path; improved ant colony algorithm; state transition strategy; adaptive degree

目前, 停车难已经成为阻碍城市发展的重要因素, 特别是在城市中心繁华地段这一矛盾更加突出。停车场信息化建设滞后与汽车产业的发展不相称, 停车缺乏有效引导设备, 车辆不能及时高效找到停车位, 同时停车场本身通行能力有限, 容易造成拥堵, 停车更难。本文采用改进蚁群算法^[1], 设计了一种自适应停车引导系统, 车辆进入停车场后, 系统按目的地最优路径原则引导车辆就近停放, 缩短了停车路径, 减

少了停车时间, 提高了停车效率与停车场的使用效率, 具有很高的实用价值。

最优路径规划是自适应停车引导系统的核心, 预停车辆进入停车场后迅速找到目标停车位, 完成停车。蚁群算法是一种典型的最优路径规划算法, 有并行性、鲁棒性强等优点, 同时也存在局部最优与收敛性差的缺点^[2]。文[3]研究了基于人工势场的群蚁算法, 采用随机参数转移策略, 增强算法鲁棒性; 文[4]重构启发函数, 加快算法收敛速度, 但容易出现局部最优; 文[5]将基本蚁群算法与遗传算法相融合, 引入交叉算子, 避免局部最优。本文针对标准蚁群算法缺点, 结合先前研究成果提出了基于状态转移策略的改进型自适应蚁群算法, 加快算法收敛速度, 实现停车最优路径规划。

收稿日期: 2019-08-19

基金项目: 国家自然科学基金项目 (61373163); 四川教育厅自然科学重点项目 (17ZA0002)

作者简介: 晏勇 (1983—), 男, 四川郫县, 硕士, 副教授, 主要研究方向为无线传感器网络、智能交通。

E-mail: yanyong12_@163.com

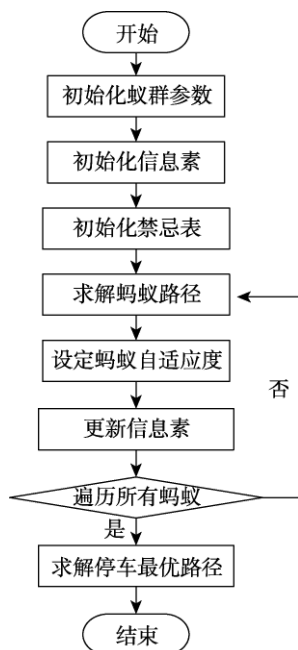


图2 改进型自适应蚁群算法流程

初始化蚁群参数包括蚁群数量、迭代次数等参数,令初始循环次数为0;将 m 只蚂蚁放置于停车场入口处作为初始节点^[12-13],初始化信息素 $n_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$,将初始节点作为出发点搜索下一步移动节点;初始化禁忌表以蚂蚁当前位置为中心搜索下一步移动节点,按照式(2)和(3)计算路径概率,将下一移动节点添加至遗传禁忌表,搜索蚂蚁移动路径;通过设置 M_{adapt} ,更新信息素遍历蚂蚁路径,求解蚂蚁移动最优解,即停车最优路径^[14-15]。

3 系统实现

改进型蚁群算法的自适应停车引导系统由4个部分构成,即停车场主控平台、拥堵检测终端、车位检测终端、智能手持终端。停车场主控平台为系统核心,完成改进型蚁群算法的停车系统的自适应算法并选择最优停车路径、待停车辆与停车路径绑定、待停车辆路径与智能手持终端绑定,无线传感器网络(wireless sensor networks, WSN)协调器组网与网络管理^[16]。停车场主控平台采用德州仪器C6000系列66AK2E0x多核DSP处理器,主频1.4 GHz,内嵌ARM内核;WSN协调器与终端节点控制器采用基于TI公司Zigbee协议处理器CC2530^[17]。

4 结果与分析

改进型蚁群算法自适应停车系统仿真测试包括最优停车位选择与最优停车路径选择,以某地下停车场为例,采用MATLAB2018a软件进行仿真与数据对比测试,数值仿真环境为Intel Core i7-8700处理器、8 GB

内存、Windows10操作系统^[18]。

4.1 最优停车位仿真测试

改进型蚁群算法自适应停车系统最优车位为靠近电梯入口且远离停车场出口的位置,每一个车位都作为WSN终端节点,有唯一物理地址,计算电梯入口与车位距离 L_{Ee} 、停车场出口与车位距离 L_{Pe} 。对于1和2号停车位, $L_{Ee1} > L_{Ee2}$ 则选择2号停车位, $L_{Ee1} < L_{Ee2}$ 则选择1号停车位,即选择靠近电梯入口的停车位;当 $L_{Ee1} = L_{Ee2}$ 时, $L_{Pe1} \geq L_{Pe2}$ 则选择1号停车位, $L_{Pe1} < L_{Pe2}$ 则选择2号停车位,即选择远离停车场出口的停车位。

停车场平面图如图1所示,当前实际空余车位A₁₁、C₅、G₅、I₇、H₁₀,通过仿真计算得到 $L_{EeA11} > L_{EeC5} > L_{EeG5} > L_{EeI7} = L_{EeH10}$ 和 $L_{PeI7} > L_{PeH10}$,选择I₇车位,实际大屏幕显示车位与仿真测试结果一致,下一步完成最优停车路径仿真测试。

4.2 最优停车路径仿真测试

停车场平面图如图1,仿真测试蚁群算法参数为蚂蚁数量 $M = 50$,迭代次数 $I = 100$, $\alpha = 1$, $\beta = 1$, $\tau_0 = 1$,学习速率 $\eta = 0.8$,根据不同拥堵情况设定 M_{adapt} ,每个实验样本均为随机生成,起点为停车场入口,终点为停车位I₇,汽车进入停车场限速5 km/h,车位尺寸3 m×6 m,停车场路面双向车道路宽8 m。 $M_{adapt} = 1$ 时基本蚁群算法与改进型自适应蚁群算法结果对比见表1; $M_{adapt} = 0.5$ 时结果对比见表2; $M_{adapt} = 0$ 时结果对比见表3。

表1 基本蚁群算法与改进型自适应蚁群算法结果对比($M_{adapt}=1$)

方法	时间/s	距离/m	路径拥堵	最优路径
基本算法	45	61	无	入口—F—CD—I—I ₇
改进型自适应算法	42	59	无	入口—AB—I—I ₇

表2 基本蚁群算法与改进型自适应蚁群算法结果对比($M_{adapt}=0.5$)

方法	时间/s	距离/m	路径拥堵	最优路径
基本算法	84	59	单向	入口—F—CD—I—I ₇
改进型自适应算法	45	61	无	入口—F—CD—I—I ₇

表3 基本蚁群算法与改进型自适应蚁群算法结果对比($M_{adapt}=0$)

方法	时间/s	距离/m	路径拥堵	最优路径
基本算法	待定	—	双向	—
改进型自适应算法	45	61	无	入口—F—CD—I—I ₇

对比分析表1、2、3结果知,停车路径双向畅通时,相比基本算法,改进型蚁群自适应算法时间与距(下转第138页)

参考文献 (References)

- [1] 柯长青, 肖鹏峰, 李满春, 等. 地球系统科学国家级虚拟仿真实验教学中心建设[J]. 中国大学教学, 2016, 10: 83-87.
- [2] 林宗坚, 李德仁, 胥燕婴. 对地观测技术最新进展评述[J]. 测绘科学, 2011, 36(4): 5-8.
- [3] 袁磊, 杨昆. 地理空间信息技术国家级虚拟仿真实验教学中心建设实践[J]. 价值工程, 2011(7): 191-193.
- [4] 刘为许, 郝佩佩, 黄骥. 虚拟仿真技术在本科教学中的应用研究[J]. 中国农业教育, 2016(3): 91-96.
- [5] HUANG F R, CHEN B, CAO Q, et al. Three-dimensional construction and visualization of complex geologic environments for virtual field practice and virtual education[C]//International Conference on Geoinformatics. New York, USA: IEEE, 2013.
- [6] 教育部. 关于 2019—2020 年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知[Z/OL]. [2019-07-13]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201707/t20170721_309819.html.
- [7] WANG J C, NI H C, RUI Y K, et al. A WebGIS-based teaching assistant system for geography field practice (TASGFP)[J]. British Journal of Educational Technology, 2016, 47(2): 279-293.
- [8] CHENG L, ZHANG W, WANG J C, et al. Small core, big network: A comprehensive approach to gis teaching practice based on digital three-dimensional campus reconstruction[J]. Journal of Geography in Higher Education, 2014, 38(1): 119-135.
- [9] JIANG H X, LIN G F. The design and application of geography experimental simulation platform[C]//International Conference on Computer Science & Education. Singapore, 2011.
- [10] 王德明, 徐士进, 周会群. 基于 OpenGVS 虚拟庐山之实现[J]. 计算机应用于软件, 2006, 23(8): 96-99.
- [11] 熊宏齐. 国家虚拟仿真实验教学项目的新时代教学特征[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(9): 1-4.
- [12] 李震彪. 本科教学虚拟仿真实验之思考[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(9): 5-7.
- [13] 王仪心, 米占宽. 尾矿坝溃坝安全风险评价方法[J]. 金属矿山, 2019(516): 184-188.

(上接第 82 页)

离短且弯道少; 通道 AB 单向拥堵时, 原最优路径“入口—AB—I—I₇”经自适应调整后变为“入口—F—CD—I—I₇”, 停车时间减少 39 s; 通道 AB 双向拥堵时, 基本蚁群算法停车路径“入口—AB—I—I₇”不变, 停车时间待定(等待交通恢复), 经自适应调整后最优路径为“入口—F—CD—I—I₇”, 停车时间 45 s。经测试, 改进型蚁群自适应算法在交通畅通、单向拥堵或双向拥堵情况下均能自动检测拥堵并识别最优停车路径, 汽车可按最优路径停入车位。

5 结语

本文针对地下停车场最优路径规划问题, 建立了基于状态转移策略改进型蚁群自适应算法模型, 完成停车场内部道路的拥堵检测并调整规划路径, 实现动态最优停车路径。测试结果表明, 采用该算法模型优化了停车路径, 缩短了停车时间, 具有较好的实用价值。

参考文献 (References)

- [1] 孔林, 张国富, 苏兆品, 等. 基于改进蚁群算法的救护车应急救援路径规划[J]. 计算机工程与应用, 2018, 54(13): 153-169.
- [2] 邓必年. 基于蚁群优化算法的物流配送路径研究[J]. 现代电子技术, 2017, 40(15): 166-170.
- [3] 冯钦, 曹建军, 郑奇斌, 等. 基于多蚁群同步优化的多真值发现算法[J]. 计算机应用研究, 2018, 37(1): 1-9.
- [4] ZHANG S, ZHANG W H, GAJPAL Y, et al. Ant colony algorithm for routing alternate fuel vehicles in multi-depot vehicle routing problem[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2018, 29(4): 891-904.
- [5] 张玮, 马焱, 赵捍东, 等. 基于改进烟花-蚁群混合算法的智能移动体避障路径规划[J]. 控制与决策, 2018, 30(7): 1008-1015.
- [6] 郭保青, 郝树运, 朱力强, 等. 基于改进蚁群算法的多 AGV 泊车路径规划[J]. 交通运输工程与信息, 2018, 18(6): 55-62.
- [7] MEZAALMR, PRADHAN B. An improved algorithm for identifying shallow and deep-seated landslides in dense tropical forest from airborne laser scanning data[J]. CATENA, 2018, 38(4): 147-159.
- [8] 王钦钊, 程金勇, 李小龙. 复杂环境下机器人路径规划方法研究[J]. 计算机仿真, 2017, 34(10): 296-300.
- [9] LIU J, YANG J, LIU H, et al. An improved antcolonyalgorithm for robot path planning[J]. Soft Computing, 2016, 1(11): 1-11.
- [10] ZHANG G J, GONG W B, HAN X P, et al. An improved ant colony algorithm for path planning in one scenic area with many spots[J]. IEEE Access, 2018, 22(5): 1669-1685.
- [11] AKKA K, FARID K. Mobile robot path planning using an improved ant colony optimization[J]. International Journal of Advanced Robotic Systems, 2018, 10(15): 124-130.
- [12] 张静之, 余粟, 章伟, 等. 智能车库车行引导系统实践教学装置的研发[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(5): 54-58.
- [13] 侯梦婷, 赵作鹏, 高萌. 采用角度因子的蚁群优化多路径路由算法[J]. 计算机工程与应用, 2017, 53(1): 107-112.
- [14] LEE M G, YU K M. Dynamic path planning based on an improved ant colony optimization with genetic algorithm[J]. IEEE Xplore Digital Library, 2018, 81(10): 32-43.
- [15] JIAO Z Q, MA K, RONG Y L. A path planning method using adaptive polymorphic ant colony algorithm for smart wheelchairs [J]. Journal of Computational Science, 2018, 25(3): 297-314.
- [16] NING J X, ZHANG Q, ZHANG C S. A best-path-updating information-guided ant colony optimization algorithm[J]. Information Sciences, 2018(433): 142-162.
- [17] 杨智宇, 宗群. 交通路网最优路径的搜索仿真研究[J]. 计算机应用与软件, 2017, (34): 19-24.
- [18] 蒋莎, 刘学文, 叶家君. 基于蚁群算法的无人机任务规划优化模型研究[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2019, 36(1): 1-7.