

文章编号: 1005-0523(2019)06-0079-08

## 基于改进蚁群的车库泊车引导方法研究

傅军栋, 叶 聪, 陈 晴

(华东交通大学电气与自动化工程学院, 江西 南昌 330013)

**摘要:**针对商场等大型建筑地下车库车辆存取困难问题,提出基于角度偏移函数及距离约束函数改进的蚁群算法车辆进出库引导系统。针对实际需求,把空闲车位、电梯口位置以及引导路径的弯道数目作为优化目标,在满足最短距离的前提下规划出距电梯口最近且拐弯次数最少的停车路径。通过与传统的几种最短距离路径规划算法相比,具有路径简化、效率更高的特点,更加符合车库管理的实际需求。

**关键词:**地下车库;泊车引导;路径寻优;蚁群算法

中图分类号:U495

文献标志码:A

DOI:10.16749/j.cnki.jecjtu.2019.06.012

随着社会的不断发展,汽车越来越普及,为了快速停车并有效管理停车场,相关管理系统的智能化程度和建设投入也在不断提高。据相关文献统计,大多数机动车 10%时间处于行驶状态,而 90%时间为停泊状态<sup>[1]</sup>。传统的基于人工登记车库管理系统已经基本淘汰;卢瑜<sup>[2]</sup>提出一种基于射频卡(radio frequency identification, RFID)的小区车库管理系统设计,该系统需停车进行插拔卡操作,易造成拥堵;冯建平<sup>[3]</sup>提出的一种基于物联网智能照明的车库控制管理系统,以及李柏杰<sup>[4]</sup>提出的指向型停车场车位引导系统,两者均通过在车库通道内设置大量信息引导屏或指引灯条引导车辆,具有直观方便的优点,但车位信息仍需车主查看后选择并自行规划路线找到对应车位。利用物联网和云计算技术,Yun等<sup>[5]</sup>利用智能手机终端设计了停车引导和信息系统,但由于室内定位技术尚未完善,手机室内定位的精度不能满足需求。近年来,随着智能算法研究不断深入,路径规划算法在车库泊车引导的应用中凸显出优越性,袁琳<sup>[6]</sup>提出一种基于 Dijkstra 算法的停车路径规划方法,根据起始点及目标点的位置生成两点之间的最短避障路径;郭海峰<sup>[7]</sup>提出一种基于 A\* 算法的动态泊车方法,根据车库内车位实时变化信息,将停车效率问题转化为动态泊车概率问题,以提高车位利用率;Wang等<sup>[8]</sup>提出一种基于蚁群算法的停车引导方法,该方法在收敛速度和路径长度优化等方面具有良好的效果;张晶晶<sup>[9]</sup>采用软硬件结合的方法,在传统蚁群算法的基础上利用超声波传感器对车库内车位进行状态检测,进而完成车辆引导。以上有关车库泊车引导的研究中,大部分研究集中在最短路径规划中,很少考虑到人们的习惯偏好,为提高商场的人流量以及客户体验<sup>[10]</sup>,迫切需要一套能契合人们日常习惯的智能地下车位引导系统。

针对车主倾向于直线行驶和停车于电梯口附近的习惯,通过建模分析,结合蚁群算法原有的启发函数及信息素函数<sup>[11]</sup>,引入角度偏移函数及距离约束函数对传统蚁群算法进行改进,在设定理想角度值的前提下,计算路径中每个点与理想点角度差值,得出可选点的角度权重;再根据可选点距起始点及电梯口距离建立数学模型,得出可选点的距离权重,然后将每个待选点的权重代入蚁群算法概率模型中,得出最佳候选点,以此类推,得出最优路径。最后通过实例仿真结果对比,验证算法的可行性及优越性。

收稿日期:2019-02-26

作者简介:傅军栋(1972—),男,副教授,研究方向为建筑智能化。

### 1 车库模型建立

车库停车引导属于路径规划问题,应用较广的方法主要有 Dijkstra 算法<sup>[12]</sup>、A\*<sup>[13]</sup>、遗传算法<sup>[14]</sup> (genetic algorithm, GA)、粒子群算法<sup>[15]</sup>(particle swarm optimization, PSO)以及蚁群算法<sup>[16]</sup>(ant colony optimization, ACO)。将车库环境二维模型化后,采用路径规划算法规划出起点至理想目标点的最优路径,本研究根据实际需求采用改进蚁群(Improved ACO)算法进行路径寻优,能快速获得最佳路径。

路径规划包括全局路径规划和局部路径规划两种。全局路径规划是指对当前工作环境已知,常用的方法有栅格法<sup>[17]</sup>、拓扑图法<sup>[18]</sup>、可视图法<sup>[19]</sup>等。局部路径规划指对当前工作环境局部未知或者完全未知,目前常用的方法有人工势场法<sup>[20]</sup>、遗传算法,模糊逻辑算法<sup>[21]</sup>和神经网络方法等。

由于车库内车位信息已知,故采用全局路径规划方法,假设车库模型为  $m$  维矩阵  $G$ , 栅格图规模为  $m \times m$ ,  $G$  内每个元素对应栅格的属性,  $A[i, j]$  表示第  $i$  行第  $j$  列的栅格, 栅格规划公式如下

$$A[i, j] \rightarrow \begin{cases} a(j-1, m-i) \\ b(j, m-i) \\ c(j, m-i+1) \\ d(j-1, m-i+1) \end{cases} \quad (1)$$

式中:  $a, b, c, d$  表示第  $i$  行  $j$  列个栅格的 4 个坐标;  $m$  为车库模型矩阵  $G$  的维数。

根据矩阵  $G$ , 定义栅格属性, 其中 1 表示障碍物, 以黑色方格表示; 白色方格为 0, 表示自由栅格如

$$A[i, j] \stackrel{\text{def}}{\rightarrow} \begin{cases} 0, G[i, j]=0 \\ 1, G[i, j]=1 \end{cases} \quad (2)$$

图 1 为栅格法车库模型, 采用  $m \times m=30 \times 30$  表示车库平面模型, 图中黑色方格表示墙壁或车位分隔栏, 黑色方格块内嵌的白色方格为车位, 如图 1 中所示 L, M, N, Q 等, 剩余的呈直线排列的白色方格表示车库内道路, A, B 则表示车库的 2 个进出口。

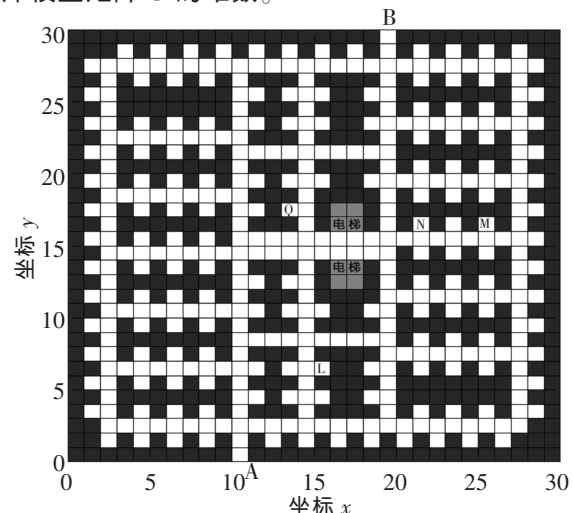


图 1 栅格法车库模型  
Fig.1 Grid garage model

### 2 算法设计

蚁群算法(ACO) 是由意大利学者 Dorigo M 等人<sup>[22-23]</sup>于 20 世纪 90 年代初期通过模拟自然界中蚂蚁集体寻径的行为而提出的一种基于种群的启发式仿生进化算法<sup>[24]</sup>。观察发现, 蚂蚁在运动过程中会释放出某种信息素, 该信息素也能被其他蚂蚁所感知, 信息素浓度越高, 吸引的蚂蚁越多, 以此形成一种正反馈现象, 蚂蚁群体就是通过这种信息的交流达到搜索食物的目的<sup>[23]</sup>。蚁群算法最初应用于解决旅行商问题(traveling salesman problem, TSP), 表现出良好的求解性能, 随后人们将蚁群算法应用于移动机器人路径规划中, 表现出良好的搜索能力、正反馈特性和分布式计算等<sup>[25]</sup>。

针对实际需求, 车库内泊车引导算法应当能识别出距车辆当前位置最近同时距电梯口最近的空闲车位, 并且在路径规划的同时, 优先行走直线, 避免不必要的拐弯。为满足这种需求, 在传统的蚁群算法基础上进行优化改进, 对于识别最近车位的问题, 先进行预先计算, 即预先分别计算出每个车位距 A、B 口的距离并进行存储, 以便调用, 同样, 每个车位距电梯口的距离信息也预先计算并存储, 设定距离约束函数  $\text{long}(x_i, y_i)$  优先选择距当前入口及电梯口距离最短的空闲车位; 针对路径拐弯, 设定角度偏移函数  $\theta(w_x, w_y)$ , 引导路径走直线规划。

#### 2.1 角度偏移函数

传统蚁群算法在路径规划的过程中, 主要参照启发函数和信息素函数来对下个点进行操作, 本研究引

入角度偏移函数  $\theta(w_x, w_y)$ , 描绘出算法运行过程中待选点与前一节点及终点的角度, 角度越接近  $90^\circ$  时, 该待选点的被选概率越大。角度函数具体设置公式如下

$$\theta(x_i, y_i) = \begin{cases} \frac{1}{\left| \theta - \frac{\pi}{2} \right|}, & \theta \neq \frac{\pi}{2} \\ 1, & (0 < \theta < \frac{\pi}{2}) \cup (\frac{\pi}{2} < \theta \leq \pi) \end{cases} \quad (3)$$

$$A[i, j] \xrightarrow{\text{def}} \begin{cases} 0, & G[i, j] = 0 \\ 1, & G[i, j] = 1 \end{cases} \quad (4)$$

式中:  $\theta$  为当前点与起始点及终止点连线的夹角;  $W(W_x, W_y)$  为路径中当前点的坐标;  $S(S_x, S_y)$  为起始点的坐标;  $E(E_x, E_y)$  为终止点的坐标。

## 2.2 距离约束函数

蚁群算法的核心在于所建立的概率模型, 通过对不同参数设定权值, 达到改变某种结果发生的概率, 最后通过轮盘赌法进行选择。传统的参数有启发函数、信息素函数等, 为优先选择距当前入口近且方便乘坐电梯的车位, 引入距离约束函数  $\text{long}(x_i, y_i)$ , 以起点与电梯口距离为参考值, 车位与起点及电梯口距离之和为变化值, 并设定权值, 车位距电梯口距离取高优先级, 距离约束函数的值越大, 表征相关性越强, 被选择概率越大, 以此反映人们优先短距离步行的习惯, 具体如

$$\text{long}(x_i, y_i) = \frac{\sqrt{|P_x - S_x|^2 + |P_y - S_y|^2}}{\sqrt{|x_i - S_x|^2 + |y_i - S_y|^2} + \sqrt{|P_x - x_i|^2 + |P_y - y_i|^2} \square \sqrt{|P_x - x_i|^2 + |P_y - y_i|^2}} \quad (5)$$

式中:  $x_i, y_i$  为车位坐标;  $P(P_x, P_y)$  为电梯的坐标;  $S(S_x, S_y)$  为起始点的坐标。

## 2.3 改进蚁群算法主要步骤

基于改进的蚁群算法进行泊车引导的主要步骤包括:

① 根据车库地图建立二维栅格的车位模型矩阵。

② 根据车辆当前位置定义蚂蚁起始点坐标, 根据距离函数及车库模型车位状态确定终止点坐标, 并对车库模型进行更新。

③ 初始化信息素矩阵并定义初始参数, 包括蚂蚁数目  $M$ 、迭代次数  $K$ 、信息素浓度  $\tau$ 、信息素重要程度因子  $\alpha$ 、启发函数重要程度因子等  $\beta$ 。

④ 计算下一可行节点的概率  $P_{ij}^k(t)$ , 并通过轮盘赌法确定蚂蚁下一步待选点, 计算公式如

$$P_{ij}^k = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}(t)]^\beta [\theta_{ij}(t)] \text{long}_{ij}}{\sum_{k \in \text{tabu}_k} [\tau_{ik}(t)]^\alpha [\eta_{ik}(t)]^\beta [\theta_{ik}(t)]}, & k \in \text{tabu}_k \\ 0, & k \notin \text{tabu}_k \end{cases} \quad (6)$$

其中:  $\eta_{ik}$  为启发函数;  $\tau_j$  为信息素函数;  $\eta_{ik}(t) = 1/d_{ij}$  表示蚂蚁从节点  $i$  转移到节点  $j$  的期望程度;  $\alpha$  表示信息启发式因子;  $\beta$  表示期望启发式因子;  $\theta_{ij}$  为角度偏移函数;  $L_k(t)$  为距离函数;  $\text{tabu}_k$  表示此时蚂蚁  $k$  下一步允许选择的栅格。

⑤ 蚂蚁的爬行路径更新, 并且重复步骤④, 直至所有蚂蚁搜索结束。

⑥ 更新信息素矩阵, 蚂蚁在释放信息素的同时, 各节点路径上的信息素同时逐渐消失, 针对每次迭代中最优路径进行信息素更新, 设参数  $\rho$  ( $0 < \rho < 1$ ) 表示信息素的挥发程度, 则更新计算公式为

$$\tau_{ij}(t+1) = 1 - \rho \tau_{ij}(t) + \Delta \tau_{ij} \quad (7)$$

$$\Delta \tau_{ij}(t) = \begin{cases} \frac{Q}{L_k(t)}, & \text{蚂蚁 } k \text{ 从 } i \text{ 至 } j \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (8)$$

式中:  $Q$  为信息量增加强度;  $L_k(t)$  表示第  $k$  只蚂蚁在本次循环中所走路程的总长度。

⑦ 重复④~⑥,直到完成设定的迭代次数后输出结果。

算法的流程图如图 2 所示。

### 3 仿真结果及对比分析

为验证改进的算法是否满足要求,使用 MATLAB 进行建模仿真。本文采用  $m \times m = 30 \times 30$  的栅格表示车库内车位分布,为便于比较分析,默认 1 栅格长宽均为 1 m,其中白色栅格表示可行路径或者车位,黑色栅格表示障碍。算法参数设置为:群体数量  $M=35$ ,最大迭代次数  $K=100$ ,信息素重要程度因子  $\alpha=2$ ,启发因子重要程度参数  $\beta=7$ ,信息素挥发因子  $\rho=0.4$ ,信息素增强系数  $Q=25$ 。对添加角度偏移函数后的蚁群算法进行校验及对比分析,随后在此基础上添加距离约束函数,并运行算法进行检验。

#### 3.1 角度偏移函数验证分析

传统的蚁群算法进行泊车路径规划仿真时,距离参数作为主要决定因素,蚁群算法中对距离的度量反映在用欧氏距离表示的邻接矩阵中,在欧氏距离中,路径规划过程中偏向于选择斜对角路径,环境越复杂越易导致规划路径中弯道增加。在进行仿真实验时,设置起始节点  $S=881$ (表示车库模型中 A 入口),目标节点  $E=416$ (表示车位 M),图 3 为添加角度偏移函数前后从 A 入口至 M 车位的路径规划图,其中虚线以及实线分别表示添加角度偏移函数前后的规划路线,可以看出改进后的路径只经过两次弯道,更加符合人们倾向于走直线的需求,同时由于弯道的减少,算法效率也相应提高。

图 4 反映出添加角度偏移函数前后路径规划迭代图,添加角度偏移函数后的算法收敛于第 10 代左右,明显优于传统蚁群算法的 20 代。由于拐弯次数的减少,减少了算法计算量,提高了收敛速度,由图 4 看出,在迭代 10 次左右,便得出最优路径,较改进之前的将近 20 次迭代速度明显提升。

为进一步验证改进算法的可行性及优越性,在保证同一模型同等参数的前提下,将改进后的蚁群算法与其他常用路径规划算法进行对比,图 5 为遗传算法及粒子群算法与改进蚁群算法从 A 入口至 M 车位路径规划路径结果对比,

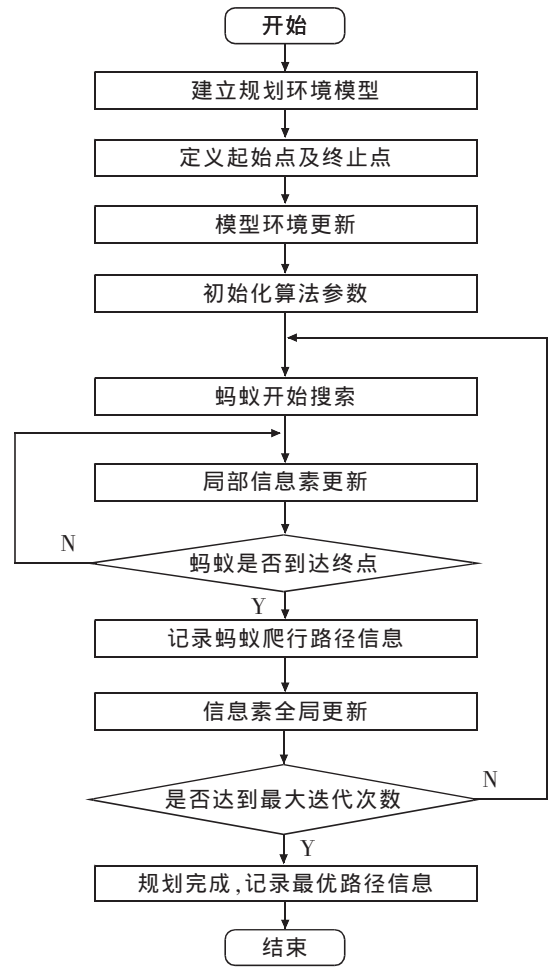


图 2 改进蚁群算法流程图

Fig.2 Flow chart of improved ant colony algorithm

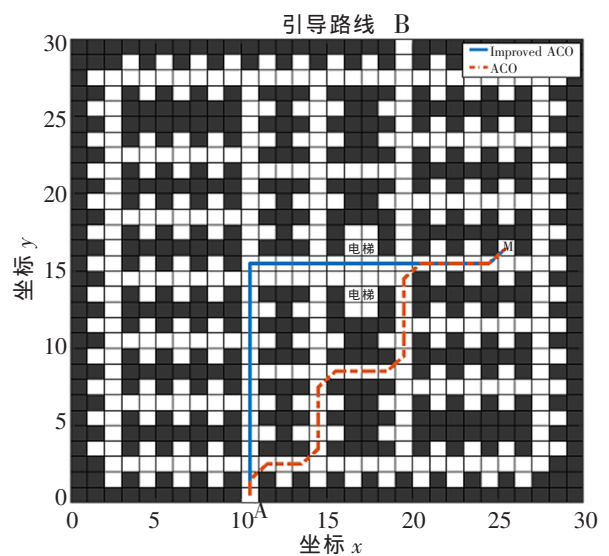


图 3 改进前后蚁群算法 A 至 M 路径对比图

Fig.3 Comparison of path A-M of ACO before and after improvement

从图中路径的弯道数目来看,添加角度偏移函数的蚁群算法最优,其次为粒子群算法,最后为遗传算法。

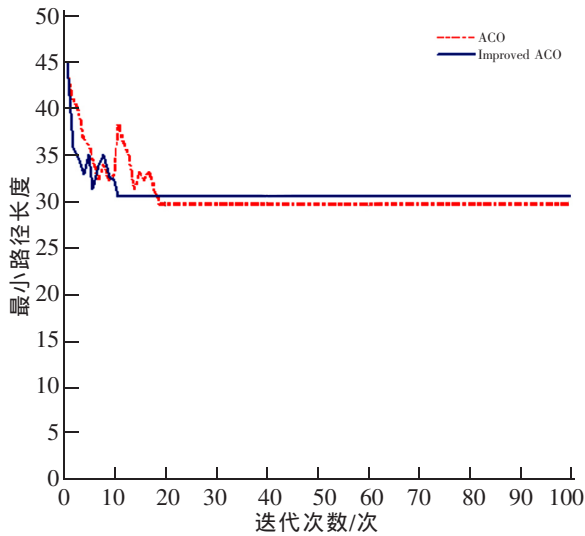


图 4 改进蚁群与传统蚁群算法 A 至 M 收敛曲线  
Fig.4 Convergence curve of point A to M for improved and traditional ACO algorithm

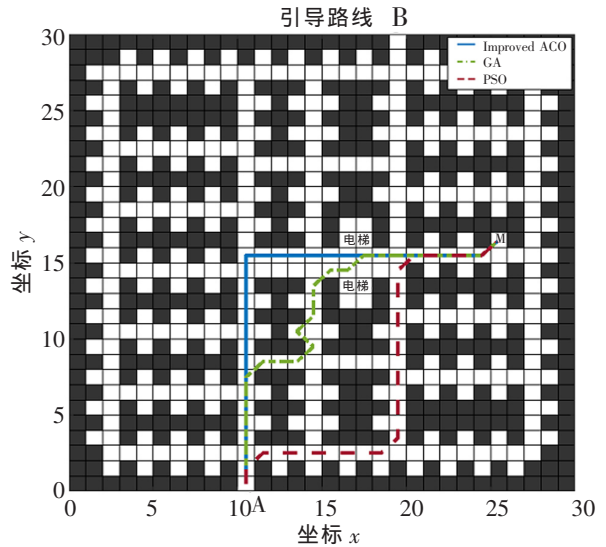


图 5 改进蚁群与遗传及粒子群算法 A 至 M 路径对比图  
Fig.5 Contrast diagram of path from point A to M for improved ACO, GA and PSO

在将添加角度偏移函数后的蚁群算法与原始的蚁群算法、遗传算法及粒子群算法进行对比,包括寻优时间、最短路径、收敛速度以及拐弯次数等,具体结果如表 1。相比于传统的蚁群算法,改进后的蚁群算法在寻优时间、收敛速度及拐弯次数等结果明显优于传统蚁群算法,而距离方面,由于传统蚁群已经获取的是最短距离,并且在规划过程中忽略边角,导致在拐弯时直接显示的是 45°斜线,因而总距离要比改进后的 90°拐弯路径偏短。

较于遗传算法及粒子群算法,改进的蚁群算法在寻优时间及路径等方面与粒子群算法相似,均要优于遗传算法,在路径的弯道数目方面,改进的蚁群要优于其他算法,表明添加角度偏移函数后的蚁群算法的有效性。

### 3.2 距离约束函数及角度偏移函数结合验证分析

以上为单一的对寻优路径进行优化,仿真结果也显示出改进的可行性,为了使系统能更加适应实际需求,在以上改进的基础上添加距离函数,并再次通过 MATLAB 进行仿真演示。为了降低计算的复杂性,在建模过程中随机选定一部分车位作为空闲车位,其他则设为占用。随机设置 L,M,N,Q,4 个空闲车位,设置起始点 S=881,从入口 A 出发,自动寻找出距 A 口近同时距电梯口最近的车位,仿真的结果如图 6 所示。在所给的 4 个空闲车位中,结果表明 Q 车位为最优车位。

为了对仿真结果的准确性进行分析,图 7 分别绘出了从入口 A 至 L,M,N,Q 的轨迹。由图 7 可知,4 个车位所对应路径都是该车位最优路径,图 8 为对应的收敛曲线。

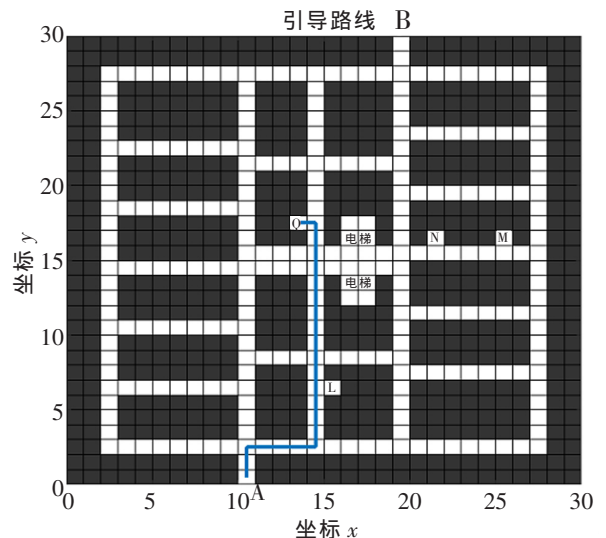


图 6 改进蚁群最优车位路径图  
Fig.6 Optimal parking path diagram of improved ACO

表 1 改进蚁群与传统蚁群、遗传及粒子群寻优对比  
Tab.1 Optimal contrast between improved ACO, traditional ACO, GA and PSO

算法	序号	时间/s	平均时间/s	路径长度/ m	平均路径/ m	收敛速度/ 代	平均收敛 速度/代	弯道数/个	平均弯道 数/个
GA	1	30.201 3		31.436 2		21		7	
	2	31.049 1	30.408 5	32.051 4	31.653 0	22	21.333	8	7.333
	3	29.975 0		31.471 3		21		7	
PSO	1	27.421 0		28.742 1		18		4	
	2	26.876 1	26.925 1	29.164 1	29.311 3	18	18.333	4	4.333
	3	26.478 3		30.027 9		19		5	
ACO	1	26.704 1		28.202 1		19		6	
	2	27.415 9	26.969 8	30.799 0	29.623 7	18	19.000	5	5.667
	3	26.789 3		29.870 1		20		6	
Improved ACO	1	26.201 7		30.627 4		11		2	
	2	25.970 2	26.203 2	30.275 3	30.656 2	12	11.667	3	2.333
	3	26.437 7		31.065 9		12		2	

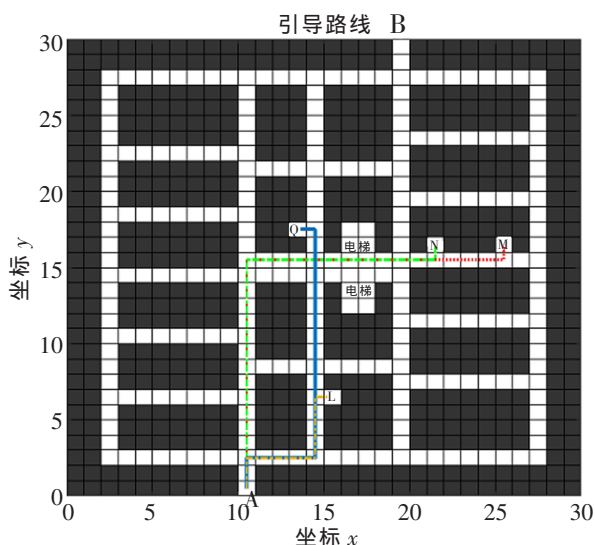


图 7 改进蚁群 A 至 L,M,N,Q,4 点路径  
Fig.7 Path diagram of improved ACO from point A to L, M, N and Q

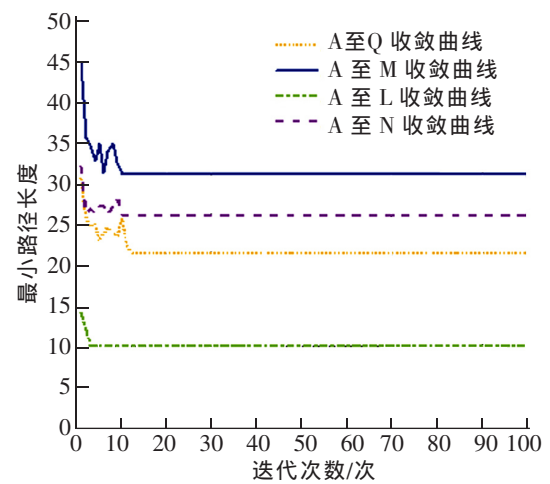


图 8 改进蚁群 A 至 L,M,N,Q,4 点收敛曲线  
Fig.8 Convergence curves of point A to L, M, N and Q for improved ACO

表2为L,M,N,Q4个车位路径规划的部分参数,Q车位的距离函数对应值为0.9980,在可选的4个车位中最大,表明Q车位在4个车位中更加符合距入口近同时距电梯口近的要求。同时通过图7也可得出,Q车位距电梯最近,为最佳车位。

表2 A至L,M,N,Q4点路径规划参数  
Tab. 2 Path planning parameters from point A to point L,M,N, and Q

车位	时间/s	路径长度/m	距电梯距离/m	$\text{long}(x_i, y_i)$
L	23.487 3	10.071 1	11	0.952 0
M	27.334 9	31.214 3	10	0.989 0
N	26.352 4	25.970 6	6	0.977 1
Q	25.734 0	21.384 8	5	0.998 0

#### 4 结束语

本研究针对地下车库车辆泊车问题,提出了一种基于改进的蚁群车位引导算法,算法通过引入角度偏移函数来对路径进行优化,减少不必要的弯道;通过距离函数,辨别最佳空闲车位,使车主在车库滞留时间最短。通过MATLAB建模仿真后,得出的结果符合预期需求,与传统蚁群算法、遗传及粒子群算法相比,能在最短时间内规划出距电梯口最近且弯道少的车位引导路径,验证了改进算法的可行性和优越性。

#### 参考文献:

- [1] 刘腾,杜丹丰. 小型立体智能停车库设计[J]. 产业与科技论坛,2016,15(7):76-77.
- [2] 卢瑜. 基于射频卡的小区车库管理系统设计[J]. 电脑知识与技术,2016,5(12):74-75.
- [3] 冯建平. 物联网车库智慧照明控制系统研究[J]. 灯与照明,2018,42(2):8-10.
- [4] 李百杰,谢印庆. 指向型停车场车位引导系统[J]. 电子世界,2018,11(21):30-31.
- [5] YUN Q,GAO H Y. Study on parking guidance and information system based on intelligent mobile phone terminal[C]//2015 8th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation(ICICTA). IEEE,2015:871-874.
- [6] 袁琳,王渊. 基于权值的Dijkstra停车路径规划算法的优化与实现[J]. 湖北大学学报(自然科学版),2017,39(3):279-284.
- [7] 郭海峰,晁会勇,徐东伟. 基于A\*优化算法的停车场动态泊车研究[J]. 计算机测量与控制,2018,26(7):225-305.
- [8] WANG M,DONG H,LI X. A novel parking system designed for smart cities[J]. 2017 Chinese Automation Longress(CAC). IEEE,2017:3429-3434.
- [9] 张晶晶,薛伟. 基于蚁群算法的智能停车场引导系统[J]. 计算机系统应用,2018,27(7):108-112.
- [10] MA J. A Design of automated parking system for shopping centers in metro manila [C]//2017 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications(ICIEA). IEEE,2018:415-419.
- [11] 倪庆剑,邢汉承,张志政. 蚁群算法及其应用研究进展[J]. 计算机应用与软件,2008,25(8):12-16.
- [12] LI D,NIU K. Dijkstra's algorithm in AGV. Proceedings of the 2014 9th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications,ICIEA[C]//New York,United states: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc,2014:1867-1871.
- [13] 马飞,杨峰岫,顾青,等. 基于改进A\*算法的地下无人铲运机导航路径规划[J]. 农业机械学报,2015,46(7):303-309.
- [14] LEE J,KANG BY,KIM DW. Fast genetic algorithm for robot path planning [J]. Electronics Letters,2013,49(23):1449-1451.
- [15] 贾会群,魏仲慧,何昕,等. 基于改进粒子群算法的路径规划[J]. 农业机械学报,2018(2):180-191.
- [16] JOHNSON F,VEGA J,CABRERA,et al. Ant colony system for a problem in reverse logistic[J]. Studies In Informatics And Control,2015,24(2):133-140.

- [17] 傅军栋,黄鹿鸣,刘武. 基于改进蚁群算法模型的三维火灾动态疏散策略[J]. 华东交通大学学报,2018,35(6):96-102.
- [18] 李明磊,赵杰,李戈. 面向方形节点拓扑地图下的移动机器人路径规划算法研究[J]. 机械与电子,2015(10):67-70.
- [19] 陈超,唐坚,靳祖光. 一种基于可视图法导盲机器人路径规划的研究[J]. 机械科学与技术,2014,33(4):490-495.
- [20] 陈尔奎. 复杂环境下煤矿救灾机器人路径规划[J]. 煤炭技术,2018,37(10):301-304.
- [21] MONIKA MANGLA. An automated parking guidance system for megacities[J]. Information Technology and Computer Science, 2018(1):52-58.
- [22] COLORNI A,DORIGO M,MANIEZZO V. Distributed optimization by ant colonies[J]. Proc 1st European conf on artificial life. Pans,France Elsevier,1991:134-142.
- [23] COLORNI A,DORIGO M,MANIEZZO V. An investigation of some properties of an ant algorithm[J]. Proc P PSN,1992,92:509-520.
- [24] 段海滨,王道波. 蚁群算法理论及应用研究的进展[J]. 控制与决策,2014,19(12):1321-1340.
- [25] 陈程,张元良. 蚁群算法在路径规划中的应用[J]. 淮海工学院学报,2015,24(3):25-28.

## Research on Vehicle Parking Guidance Method Based on Improved Ant Colony

Fu Jundong, Ye Cong, Chen Qing

(School of Electrical and Automation Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** Aiming at the difficulty of accessing vehicles in underground garages for large buildings such as shopping malls, a guidance system for vehicle entry and exit is proposed in this paper by improved ant colony algorithm based on angle migration function and distance function. According to the actual demand, the system takes the free parking spaces, elevator positions and the number of curves of the guiding route as the optimization target, and plans the parking path closest to the elevator opening and the least number of turns under the premise of the shortest distance. Compared with the traditional shortest distance path planning algorithms, it has the characteristics of simplified path and higher efficiency, which is more in line with the actual needs of garage management.

**Key words:** underground garage; parking guidance; path optimization; ant colony algorithm