

基于遗传算法的移动机器人路径规划设计

窦艳艳

(江苏联合职业技术学院南京分院, 江苏南京 210019)

【摘要】遗传算法是在自然界遗传机制基础上衍生出来的模拟生物进化论的一种方法,即同步搜索最优化的方法,被广泛应用于机器人路径规划中。文章将遗传算法和栅格法相结合来解决机器人避障的路径规划问题,并采用MATLAB软件编程仿真实验,仿真结果表明:该方法可以在较复杂的环境中规划出长度最短的可行路径。

【关键词】遗传算法;函数优化;机器人;路径规划

【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2021.04.004】

【中图分类号】TP242

【文献标识码】A

【文章编号】2095-7661(2021)04-0011-03

Path Planning Design of Mobile Robot Based on Genetic Algorithm

DOU Yan-yan

(Nanjing Branch of Jiangsu Union Technical Institute, Nanjing, Jiangsu, China 210019)

Abstract: Genetic algorithm is a parallel random search optimization method, which simulates biological evolution and natural genetic mechanism. Robot path planning is a typical application of genetic algorithm. In this paper, grid method and genetic algorithm are used to solve the path planning problem of robot obstacle avoidance, and MATLAB software is used to program and simulate. The simulation results show that this method can plan the shortest feasible path in complex environment.

Keywords: genetic algorithm; function optimization; robot; path planning

机器人在工作的过程中,一般需要依据特定的规则,比如消耗的能量最少、路径最短等,在结构化空间中循着最优或者次优的路径行进。目前已有办法一般分为两类:一种是传统算法,比如人工势场法、可视图法以及栅格法等;另一种为近年来较为流行的智能算法,比如遗传算法、蚁群算法、模糊算法以及BP神经网络算法等^[1]。国内外现在有很多关于智能算法应用在路径规划中的研究,其中遗传算法是目前该领域应用较为广泛的方法之一,其在单机器人静态和多机器人动态工作空间中的路径规划表现都很不错。本文通过栅格法^[2]来划分机器人的工作空间,将栅格用序号标识,将该序号当作机器人路径规划的参数进行编码,采用遗传算法对机器人行走路径进行有效规划。

1 规划空间的栅格法建模

假设已知障碍物的大小和位置,机器人的工作空间是一个二维结构化的空间,机器人在运动过程中,障碍物保持不动。机器人的二维工作空间选用尺寸相同的栅格对其进行划分,机器人需要能够在栅格中自由活动。如果在栅格尺寸范围内没有障碍物,该栅格则为自由栅格,反之为障碍栅格。如图1所示为某一机器人二维工作空间图,其中黑色区域表示为障碍物。

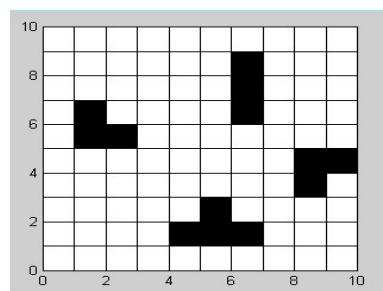


图1 含障碍物的二维工作空间图

【收稿日期】 2021-09-29

【作者简介】 窦艳艳(1988-),女,江苏连云港人,江苏联合职业技术学院南京分院电气工程系讲师,硕士,研究方向:机器人应用技术、电气自动化技术。

本文采用序号法来表示机器人的运动路径。当评价路径时,则变更为坐标法,坐标法在栅格相对位置的表示以及计算路径长度检验、可行性等方面都比较方便。

2 路径规划方法

2.1 产生初始种群

初始种群作为遗传算法进化的基点,由相应数目的个体构成。通常初始种群须随机分布在搜索空间^[3],以确保遗传算法的全局最优性。初始种群生成的难易与工作空间划分的栅格数息息相关,栅格数越大,生成越难。本文采用间断无障碍路径,即用随机选择的不一定连续的栅格序号将机器人的运动起点S和终点E连接在一起,形成间断无障碍路径。采用该路径作为遗传算法的初始种群,能够有效解决初始种群不易产生的问题。

2.2 个体评价

个体评价函数的选择能够对遗传算法的计算时间和效率产生较大影响^[4]。本文个体评价函数为:

$$f = \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n-1}}\right) D \quad (1)$$

其中n表示此个体经过的栅格总数,D表示相邻序号之间直线距离总和,由公式(1)可得评价函数f正比于机器人的运动距离D,此目标函数为距离最短。但如果仅将运动距离D作为评价函数,经过几代迭代以后,该类个体数目将会超出预期越来越多,所以在公式(1)中采用了一个修正项 $D/\sqrt{n-1}$,以此尽可能去除运算过程中生成的间断点距离太远的过短路径。

2.3 遗传算子

1)选择算子:为确保复制途中种群的大小不变,采取联赛选择法^[5],即随机在群体中选取两个个体,进行对比留下较优的,重复执行种群规模尺寸的次数。

2)交叉算子:本文选用重合点交叉算子。即针对随机选择的两个个体,将栅格序号相同的点进行交叉操作,若无重合点,则什么也不做,若多于一个重合点,则随机选一个进行交叉。交叉算子采用crossoverrepeat.m文件实现。

3)变异算子:采取两种操作方法,一种方法是从个体中随机删掉一个除起始点和终止点外的点的序号,另一种则在个体中随机选择一序号,用另一随机产生的序号取代。

3 仿真研究

本文采用MATLAB软件对图1所示的情况作

了仿真研究。本文所涉及的遗传算法参数有:种群大小为20,交叉概率为0.6,变异概率为0.01,个体编码长度可变,遗传代数为100,构造遗传算法程序仿真。如图2所示情况为迭代100代后,得到的最优路径,对应目标值为: $f=17.52$ 。图3记录在100代的迭代中,每代的最佳值。

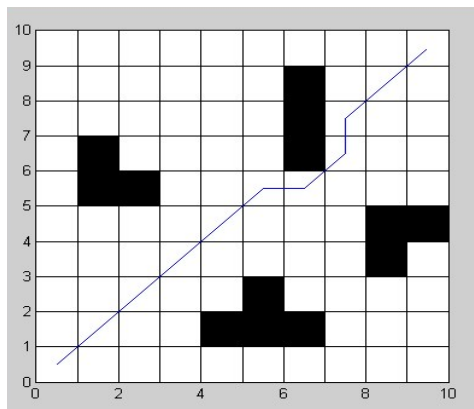


图2 机器人的最佳行走路径图

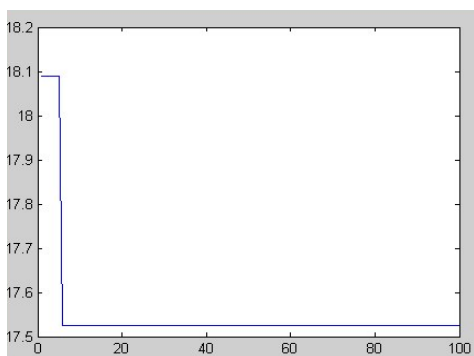


图3 记录的每代最佳值

通过上面两幅图的对比可见,在大约7代左右,已经寻找到最优路径,所以在程序中可以减少遗传代数为50,减少运行时间。

为了验证算法及程序的健壮性,增加障碍物并改变障碍物形状,可以得到再次仿真的路径如图4所示,图5记录在50代的迭代中,每代的最佳值,可以得出最佳适应度值 $f=18.09$ 。

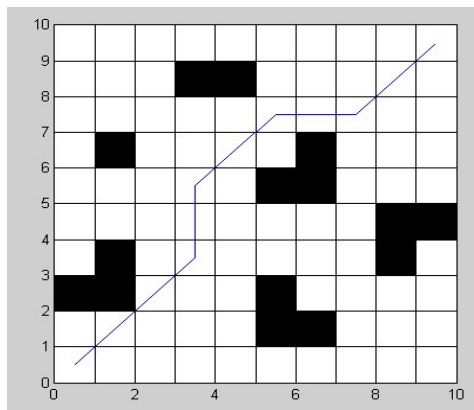


图4 增加障碍物后机器人的最佳行走路径图

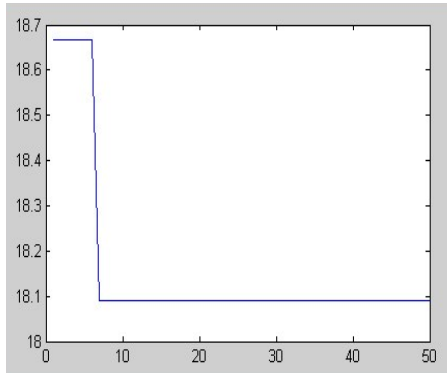


图5 增加障碍物后记录的每代最佳值

再次增加障碍物的复杂度,得到的路径仿真如图6所示,同样,图7所示为记录在50代的迭代中,每代的最佳值,可以得出最佳适应度值 $f=17.5$ 。

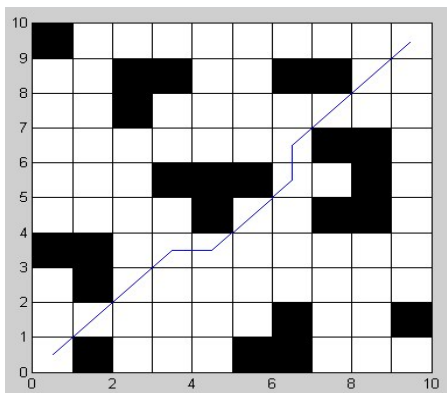


图6 再次增加障碍物后机器人的最佳行走路径图

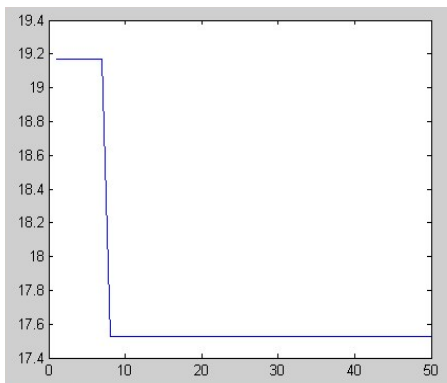


图7 再次增加障碍物后记录的每代最佳值

通过上面三种路径仿真可得,尽管在不断地增加障碍物及其复杂度,但遗传算法得到最佳路

径所需的代数几乎没变,均在十代以内;而且虽然三种情况所对应的障碍物位置、大小有差异,但机器人运动经过的栅格数差异很小,并且路径与直观理解吻合。由此说明遗传算法具有很强的搜索能力,能够迅速地找到最佳可行路径,能够成功地应用在此类机器人避障路径规划问题中。

4 结束语

遗传算法的搜索策略和整体优化计算机制不受梯度信息限制,适应于全局搜索,但该算法容易陷入局部最优^[6],所以在路径规划应用时,还是可能没办法搜索到实际存在的可行性路径,该算法还需进一步改进研究。遗传算法的缺点为运算速度比较慢,进化众多的规划会需要较长的运算时间以及占据较大的存储空间,优点则为可以解决势场法局部极小值的现象,实时性强,可以同步进行规划和跟踪,针对识别未知环境的路径规划具有很大优势^[7]。遗传算法在移动机器人路径规划应用中的前景将会比较光明。

【参考文献】

- [1]林韩熙,向丹,欧阳剑等.移动机器人路径规划算法的研究综述[J].计算机工程与应用,2021(18):38-48.
- [2]孙树栋,曲彦宾.遗传算法在机器人路径规划中的应用研究[J].西北工业大学学报,1998(1):79-83.
- [3]杨嘉,刘虎,杨新坤等.基于遗传算法的移动机器人路径规划[J].机电工程技术,2020(12):98-117.
- [4]HuangJin, HuPeng, WuKai, etal. Optimal Time-jerk Trajectory Planning for Industrial Robots[J]. Mechanism & Machine Theory, 2018(3):530-544.
- [5]周睿愨,李辉.改进动态规划算法的移动机器人路径规划[J].计算机工程与应用,2020(21):20-24.
- [6]孙波,姜平,周根荣等.改进遗传算法在移动机器人路径规划中的应用[J].计算机工程与应用,2019(17):162-168.
- [7]易欣,郭武士,赵丽.利用自适应选择算子结合遗传算法的机器人路径规划方法[J].计算机应用研究,2020(6):1745-1749.