

# 运用人工势场法与 RRT 算法 对比智能化路径规划

毛悦慈

(天津仁泓电力科技有限公司, 天津 300385)

**摘要** 设计高压架空输电线路的首要工作是进行路径规划。线路规划技术发展至今已经有了数十年的进步,方法也越来越多。传统的线路铺设过程中,需要人工进行实地测量记录地理信息,根据铺设线路中的相关国家标准进行筛选,最后根据得到的数据人工进行优化,以寻找最佳路径。目前的路径规划方法已由计算机辅助选线阶段发展为计算机自动选线阶段。本文利用人工势场算法和 RRT 算法两种算法分别对智能化路径规划进行了深入的研究,先试验其原理,再将算法运用到带有障碍物的抽象地图使用算法,最后又在实际地图中进行 matlab 仿真尝试,最后构成对比,探讨并比较了两种算法的优缺点和实用性。

**关键词** 人工智能; 路径规划算法; 算法优化; 人工势场法

中图分类号: TP312

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)03-0022-03

## 1 研究背景及意义

路径规划技术是目前很多技术领域研究的热点,具有广阔的应用前景和科研价值,而路径规划算法的研究是其中的核心内容。在特高压线路铺设领域也得到广泛的应用,如何将电路铺设地高效化、合理化,并考虑成本是摆在电力设计人员面前的新课题<sup>[1]</sup>。随着人工智能技术快速发展,比较实用的一种办法就是可以考虑将其用于路径规划。实现电路铺设智能化,从而也促使现有输电线路三维数字化设计平台的逐步升级完善<sup>[2]</sup>。因此,如何在新时代把人工智能技术加入已经比较完善的路径规划中,以实现流程化及规范化,是新时代摆在广大科研工作者面前的新挑战。从上面的在线路中加入人工智能的相关功能进行辅助的优点不难看出,电网设计领域的智能化发展趋势不容小觑。从研究的环境来看,路径规划可分为全局或局部规划。根据对路径规划分类的研究,为了全面解决环境的规划问题,需要使用全局规划,部分路径问题更实用的就是局部路径规划。所以要利用两种方式的优缺点结合来满足人们的生产需要<sup>[3]</sup>。顾名思义,全局规划全局性好,适用于大范围,局部规划在部分环境下会很实用。这两种方法各有各的优缺点,结合起来就十分完美了<sup>[4]</sup>。

本次课题主要使用了人工势场法和 RRT 算法两种算法进行路径规划,对企业要求的输电线路路径规划,根据实际情况,选择了进行仿真实验,在 GIS 系统中选择了部分有代表性的地理信息要素构成的地图,使

用 PyCharm Community Edition 2022.1 先进行算法演示的实验,随后对已经获取的地图进行路径规划算法的使用,并对比两种方式的优缺点,同时对算法和结果加以改进,使之更加符合企业的实际环境要求。

## 2 两种算法的 python 实现

### 2.1 人工势场算法

作为一种局部的最优化路线规划算法<sup>[5]</sup>,人工势场算法构造简便,设计工作量较小,实时性好,规划出的道路均匀平滑而安全,并具备了相应的鲁棒性,在路线规划中获得了广泛的运用。路径规划的过程中,本研究主要分了三步进行。首先,通过从 GIS 系统中获取的地图信息来对地理信息进行建模,障碍点、可行点、加权重以及相应的地图数据参数都需要被保存为可以被计算机识别的数据信息流。其次,选取适当的算法并加以研究,针对所要进行的简单任务,对计算过程加以实际优化,提升路线规划效率。最后,通过经过改进的路径规划算法找到一个从当前地址到目标点位置的无碰撞最优路线,再按照路径信息和设置的物理参数进行。然后是使用 PyCharm 对人工势场法进行模拟运行。在进行了多次仿真,并对结果进行分析筛选后,出现了比较满意的两次结果。本研究设置四个机器人进行寻路,将引力参数设置为,将斥力参数设置 200,最小斥力距离设为 2,地图大小 500\*500,在地图中设置三个静态障碍,标识为长方形,再设置动态障碍,将动态障碍设置成横纵坐标的变化率在 0 到 0.03 范围

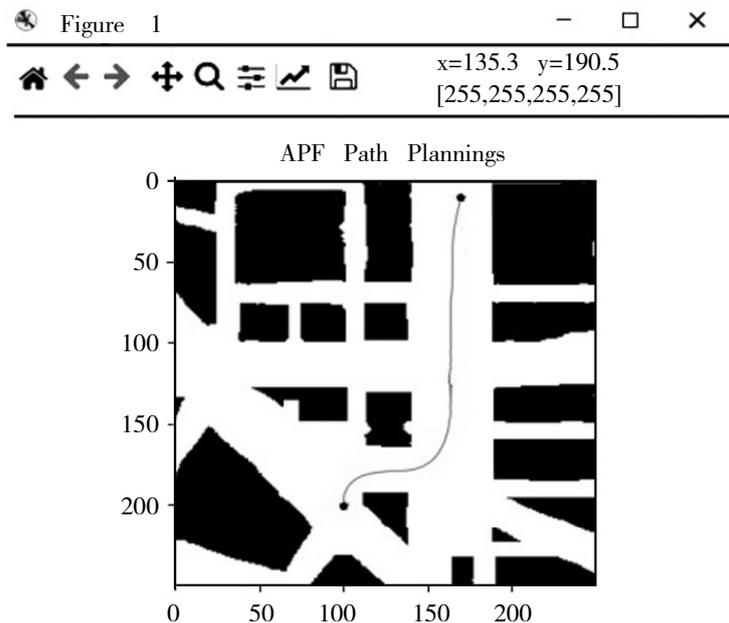


图 1 人工势场法模拟地图规划

内,并规定随机变化的区域,设置 8 个动态障碍。三次实验都取得了成功的结果,但是因为人工势场法固有的缺陷,程序运行初期调试时出现了震荡的情况,好在多次实验可以避免失败,还可以修改参数,增大斥力场的相关参数,改变受力也能避免这种情况。

## 2.2 RRT 算法

在 RRT 算法 python 语言实现方面,本研究选择使用 PyCharm 对人工势场法进行模拟运行。算法的运行相比于原来的 RRT 算法有明显的快慢之分,但是多次的迭代换来的是路径的优化,有利必有弊。这样要是想继续优化,就需要 informed-方法,因为在生成父节点时使用的是在圆内进行寻找,而改进后的方法使用了椭圆的方式,以起点和终点作为椭圆的两个节点,而不用再使用圆内等距采样的方式,这样可以节省算法的工作量,从而提高运算效率。本研究的实验结果中改进后能节省 30% 左右的时间。

## 3 实验

进行实验部分,本研究抽取了一张地图进行部分截取,利用 python 语言对地图中的障碍,主要包括对建筑进行了构造,使用几何图形模拟障碍,并运用两种算法分别进行规划,得到了两种算法的规划结果。在实验中发现,虽然人工势场法的程序相对简单,对于计算机进行大量计算并不是很困难的事情,但是实际效果上来讲,使用 RRT 算法较为合适。人工势场法模拟了势场,带来的代价是需要大量的运算。而 RRT

法相对来讲设置好步长,让目标自动寻路,需要的只是反复的寻径,在一定程度上优化了计算量。而且 RRT 算法在近些年发展十分迅速,也是领域内相对前沿的发展方式,这种算法的未来潜力相对于发展比较完善的人工势场法更加巨大,适合于进行研究使用。第一次抽象实验的结果表明,两种方法都能成功规划最优路径,但是速度有快有慢,同时结果也有相对优劣之分。

这是使用人工势场法的规划结果,本研究采用了从地图中截取部分的方法,再使用改进后的人工势场法进行规划。为了避免陷入局部最优,采用的方法是构造了拉普拉斯势场。满足拉普拉斯方程的实函数在实空间内没有局部最小点,而且最值只能在边界上取到,这样就有效地避免了陷入局部最优。拉普拉斯方程的解,就是所要求的调和函数,而且因为二阶可导性,导出的势场函数还是光滑的。

实现人工势场后,本研究使用同一张图片再次使用 RRT 算法进行路径规划,得到了上面的结果。比较两种方法,人工势场法及其改进需要大量的数学计算,而 RRT 产生随机树后进行判断寻找距离最近的节点即可,节省了工作量。最后,使用 matlab 软件对一张地图采用直接黑白化的方式进行直接的规划。在 RRT 的 matlab 实验中,设计思路是先将彩色地图设置成只有黑白的图像,初始化地图,设置起点和终点,设置步长,根据 RRT 算法的原理对空间内进行搜索,先查找域内所有满足距离要求的节点,再将它们存放在一个集合

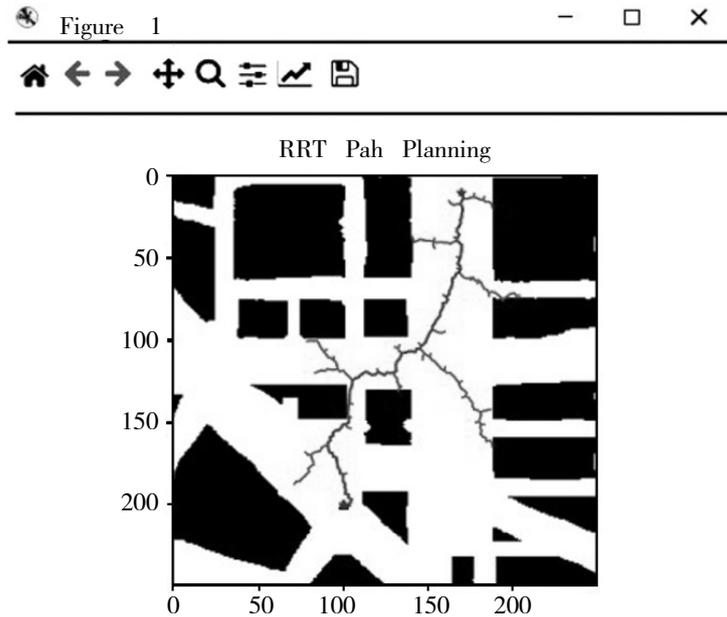


图2 RRT法模拟地图规划

内,使用迭代比较距离父节点的大小,逐个进行选择直至找到距离最小的节点,作为下一个父节点进行寻路。这样一个节点一个节点地寻找,就可以找到一条由起点到达终点的路径。再使用不同颜色将这条路径进行标注,显示在黑白图和原图上,就可以在原图里表示出最终的规划结果了。彩图处理成黑白图像,本研究的方法是设定三通道的像素值均大于某一值则为1,否则为0,就能将彩图转为黑白。转为黑白后,再用随机树寻路找到结果路径,最后用原图表示一下路径即可。这样,就成功完成了相关算法在实际地图中的规划,而且结果也比较合适。

#### 4 结论

根据企业的要求,本论文选择了两种合适的路径规划算法,并将其分别运用于解决企业所给出的实际问题,得到结果后进行比对,验证了两种方式分别的优缺点。同时,对利用人工智能技术来规划输电线路进行了深入探讨,因此对一些用于路径规划的方法进行了人工智能实验。根据两次成功的实验,验证了两种算法的优缺点。

人工势场法,由于其优越的数学分析和简单性,常用于移动机器人的实时避障和平滑路径,但其固有缺陷很明显。

首先,无法到达障碍物附近的目标。当目标点在障碍物影响范围内时,障碍物斥力增加,重力迅速减小。

其次,存在局部极小问题。机器人在行进过程中,

合力方向与规划路径的运动方向在同一直线上,机器人无法有效避障,只能在一定范围内来回振动。

针对这两种问题,改进方法就是修改对应的函数获得最终结果。而RRT算法从程序上来说,实际上编程要比人工势场法更加复杂一些,对编程工作者的能力要求会更高一些。RRT法相对来讲确实方便了许多,运行速度也可以有很多方式改善,而且作为一门相对新颖的技术,网上也有许多相关的研究文献,采用和人工智能结合或者数学改进的方式使得算法更加优化,所以如果对企业进行推荐的话,可使用RRT算法为核心,引入人工势场的概念,对RRT算法进行改进,以符合企业的实际要求。

#### 参考文献:

- [1] 霍凤财,迟金,黄梓健. 移动机器人路径规划算法综述[J]. 吉林大学学报(信息科学版),2018,36(06):46-54.
- [2] 蔡晓慧. 基于智能算法的移动机器人路径规划研究[D]. 杭州:浙江大学,2007.
- [3] 张宏烈. 移动机器人全局路径规划的研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2002.
- [4] 王坤. 基于遗传算法的移动机器人路径规划研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2012.
- [5] 景晓琦,吕艳辉,李发伯. 一种机器人路径规划算法的研究[J]. 沈阳理工大学学报,2021,40(02):22-26.