

基于改进人工势场模型的无人机局部避障方法分析

单祖辉

(滇西科技师范学院, 云南 677000)

摘要: 阐述在避障处理中, 通过构建受无人机和空域障碍物相对运动速度影响的辅助斥力, 促进无人机避障效率的显著提升。无人机在运行中, 按照不同的步长进行先后起动, 能够保持相对速度稳定性, 避免无人机规划路线重复导致的碰撞问题。通过对于相关障碍物信息的分析, 改进人工势场计算, 可以生成防碰撞指令, 构建含防碰撞的算法, 对无人机飞行控制器系统进行控制, 确保编队有效, 从而促进无人机局部故障问题有效解决。

关键词: 计算机技术, 人工势场, 无人机, 避障, 算法。

中图分类号: TP273, TP18, V279

文章编号: 1000-0755(2022)06-0025-03

文献引用格式: 单祖辉. 基于改进人工势场模型的无人机局部避障方法分析[J]. 电子技术, 2022, 51(06): 25-27

Analysis of UAV Local Obstacle Avoidance Method Based on Improved Artificial Potential Field Model

Shan Zuhui

(West Yunnan University, Yunnan 677000, China.)

Abstract — This paper describes that in obstacle avoidance processing, the UAV obstacle avoidance efficiency can be significantly improved by constructing an auxiliary repulsion force affected by the relative motion speed of UAV and obstacles in airspace. During the operation of the UAV, it starts successively according to different steps, which can maintain the relative speed stability and avoid the collision problem caused by the repeated route planning of the UAV. By analyzing the relevant obstacle information and improving the artificial potential field calculation, the anti-collision command can be generated, the anti-collision algorithm can be constructed, and the UAV flight controller system can be controlled to ensure the formation is effective, so as to promote the effective solution of UAV local fault problems.

Index Terms — computer technology, artificial potential field, UAV, obstacle avoidance, algorithm.

0 引言

进行无人机路径规划, 需要将相关障碍物因素和环境因素等综合考虑在内, 通过相应的控制算法, 研究一条能够有效从起始点到目的地的无碰撞路径, 有效避障。对于无人机路径规划的研究, 也是近年来无人机技术研究的重点之一, 提出了随机路图法、快速拓展随机数法等相关改进算法, 现在, 还出现了仿真算法, 相关算法通过对无人机避障路径计算, 能够提升无人机的避障能力, 不过在多机的协同避障处理上, 这些控制效果并不是很好, 很可能导致避障无效。无人机在单机运行中, 生存率不高, 任务失败率却很高, 所以需要做好对无人机群的控制工作。目前对无人机机群的控制主要以长机-僚机主从关系为主, 这种方法能够有效解决无人机机群协同控制的问题, 但是会导致无人

机的灵活度降低, 也不利于无人机性能提升。所以, 需要对于相关人工势场进行改进, 研究一种能够用于无人机群控制的方法, 通过对斥力函数重新定义, 使其作为障碍物, 对无人机无斥力, 有效机器目标点位置障碍物斥力较大导致无人机无法达到目标点的问题, 在这种改进中, 增加前置形心的概念, 可以增强无人机之间的吸引力, 这样可以避免无人机出现局部极小值的情况。

1 人工势场概述

人工势场最初是针对路径规划提出来的一种处理方法, 在机器人路径规划中, 主要是通过对机器人所在环境中的运动经过设计, 使其转换成一种抽象的人造引力运动, 促使目标点对无人机移动提供引力。同时, 让障碍物对移动的无人机提供斥力, 通过求合力时对于无人机避障的效果控制。这种方

作者简介: 单祖辉, 滇西科技师范学院, 副教授; 研究方向: 无人机技术应用。

收稿日期: 2021-12-29; 修回日期: 2022-06-12。

法能够让相应路径规划更为光滑,但是容易导致无人机陷入极小值点,在无人机接近目标点或是目标点周边有较大障碍物的情况下,障碍物的斥力会比目标引力大很多,这时无人机就很难到达目标点。基于人工势场法应用中的不足,需要定义一个引力源,也就是前置形心,主要目的是为无人机机群形心位置向目标点固定步长点,在前方没有障碍物的情况下,目标引力和障碍物斥力一致,将前置形心看作是无人机群的另一个引力源,实现对无人机的引力效果,这样就可以打破无人机受力平衡的状态,促使无人机向目标点移动。如图1所示,为无人机在势场中的受力分析。

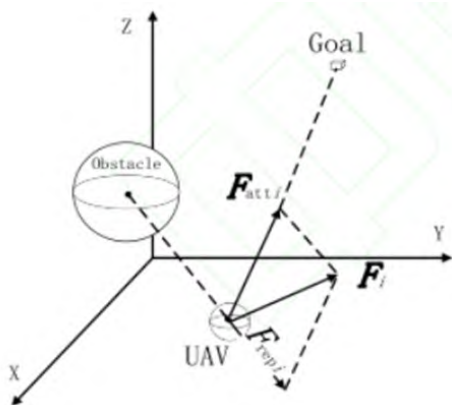


图1 无人机在势场中的受力分析

2 基于人工势场改进的无人机局部避障控制

假定无人机在限定的飞行区域中,包含有 n 架无人机要进行编组飞行,其中第 i 架无人机在 T 时刻的位置信息,为 (x_i, y_i) ,要求计算出无人机到目标点的距离 p ,且将目标点对无人机的引力 f 进行计算,如式(1)所示。

$$(\bar{x}, \bar{y}) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \right) \quad (1)$$

可以由此计算出无人机的形心坐标为 (\bar{x}, \bar{y}) ,结合人工势场的算式,可以得出前置形心的具体坐标值,确定其位置,计算无人机距离这个前置形心的距离 p ,和无人机受到的前置形心的引力 f 。

考虑到无人机在运行轨迹中,会有较多的障碍物存在,虽然其中一些障碍物对于无人机可能并不产生影响,但是在避障设计中,要确保无人机能够避开目标方向上距离自身最近的障碍物,才证明无人机的避障措施是成功的。所以,需要取距离无人机最近的障碍物来对于相应障碍物的斥力进行计算。在无人机的信息采集中,能够计算出无人机距离最近一个障碍物的距离,结合计算出来的障碍物带来的斥力,可以计算无人机受到的合力。

而编队无人机在运行过程中,一般都会以编号为1的无人机作为控制机,剩余的 $n-1$ 架无人机的位置信息是当前 T 的障碍信息。在无人机行进中,需要测量编号为1的无人机距离其他无人机在 T 时刻下

的距离 p ,并根据距离计算结果来判断这个距离是不是小于等于其与距离前置形心的距离,如果是小于等于的情况,则在进行合力计算中,需要增加无人机之间的斥力。在避障操作中,编号为1的无人机目标方向前进过程中达到一个固定步长 L 的情况下,将这个无人机的移动视为已完成的移动,并将这一位置记录为剩余无人机的障碍信息,此后,编号为2的无人机开始起步飞行,在前进到固定步长 L 的情况下,编号3的无人机开始起步,以此类推,指导全部无人机都相继启动飞行。结合当前 n 架无人机前置信息,计算新的无人机的形心,并对新的无人机是不是到目标点进行判断,如果判断已经到达,则需要继续判断是不是前进一个步长,如果没有到达,则需要继续前进,直至达到一个前进步长即可。

3 仿真实验

此次演示平台采用MATLAB9.3软件,通过对人工势场的改进,选择5架无人机为机群,将引力场增益系数设定为20,障碍物和无人机斥力增益系数设定为9。无人机和无人机之间的斥力增益系数设定为8,距离目标形心距离为3,障碍物最大影响距离设定为3,无人机半径为0.5,相应障碍物的大小各异。这里无人机的初始坐标、目标坐标都通过人为设定,相应目标点可以按照相应图案进行排列,在具体无人机使用中,无人机的坐标点、无人机之间的距离都是通过无人机身安装的传感器和GPS来进行测量的,通过相应算法计算来得到比较精准的位置坐标参数。

在实验中,首先通过传统人工势场法来对于无人机的编队进行仿真实验。具体的实验结果显示,在目标附近出现障碍物的情况下,无人机的受力为0,这是无人机陷入局部极小点,此时的无人机在局部绩效点周围反复震荡。

在对势场函数进行改进处理后,保持无人机首次实验中的坐标位置不变,相关运行线路不变,无人机呈现的图案不变,让无人机从相同位置出发,到达相应目标点,此时相关障碍物的分布也是固定不变的。结果发现,各个无人机都可以规划一条无障碍的路径来达到规定的目标点位置。不过其中有两线路有一定的震荡现象发生。在对势场函数改进后,目标点成了全局势场中的最小点,在无人机编队动态势场中,依然可以发现其中是存在局部极小点的。

此时,将局部极小点判断机制引入进来,沿着目标方向进行 90° 的移动,来尝试逃离这个局部极小点,可以发现无人机在陷入局部极小点后,沿着目标方向 90° 移动,可以成功逃离极小点,最终顺利达到目标位置。在人工势场改进后,无人机规划的路线存在一定的交叉情况,但是这一点并不影响无

人机的安全,因为基于人工势场法自身的特性,不同无人机的出发顺序是不一样的,所以它们不会同时从一个坐标点出发,所以技术规划的避障路线上存在一些重复,这些无人机也是不会出现相互碰撞的。相应无人机可以规划出各自的避障路径,顺利达到目标点位置,通过回归搜索来对于相关路径进行优化,得出相应仿真结果。这种优化方法是对于传统人工势场法中的势场函数进行一致性改进,将其应用到无人机群的编队空间中,对于无人机是否陷入极小点进行判断,并研究逃出极小点的方案,避免了无人机在目标点斥力下无法达到目标点的情况出现。通过相应回归搜索来对于无人机的势场进行优化,可以有效避开相关障碍物。在相应仿真实验中,能够保证无人机顺利达到目标点。

4 结语

基于人工势场法的改进无人机航迹规划方法,属于无人机航迹规划领域。(1)对三维地形及森林环境空间进行建模,即将外部环境分为引力场区域与斥力场区域,以目标点为中心建立引力场,以障碍物为中心建立斥力场,保证目标点为合势场的全局极小点,这样无人机会沿着合势场下降方向到达目标点。(2)通过当前位置势场强度实时计算出无人机在当前时刻所受的合力,无人机在受到其目标引力场和障碍物周围斥力场的共同作用下,朝目标前进。(3)判断无人机是否陷入局部极小点,若陷入,则通过及时更新子目标点的方法,使得无人机跳出局部极小点。(4)无人机以最优路径抵达目标点,这种改进处理方法计算效率更高,且安全性更强,对于优化无人机避障效果,在无人机组群应用中都具有很好的效果。具体的优化处理中,对于人工势场的机间通信进行了改进,所以不同通信权重优先保障了机组的安全,避免碰撞产生。在避障处理中,通过构建受无人机和空域障碍物相对运动速度影响的辅助斥力,促进无人机避障效率的显著提升。无人机在运行中,按照不同的步长进行先后启动,能够保持相对速度稳定性,避免无人机规划路线重复导致的碰撞问题。通过对于相关障碍物信息的分析,改进人工势场计算,可以生成防碰撞指令,构建含防碰撞的算法,对无人机飞行控制器系统进行控制,确保编队有效,促进无人机局部故障问题有效解决。通过改进后的无人机使用,可以大大降低障碍物碰撞问题,提升无人机使用和操作的安全性。

参考文献

- [1] 张洲宇,曹云峰,范彦铭.基于局部方位信息的无人机避障轨迹规划[J].中国科学:技术科学,2021,51(09):1075-1087.
- [2] 彭继慎,孙礼鑫,王凯,宋立业.基于模型压缩的ED-YOLO电力巡检无人机避障目标检测算法[J].仪器仪表学报,2021,42(10):161-170.
- [3] 王原,邢立宁,陈盈果,赵翔,黄魁华.基于多目标优化的自组织无人机集群航迹规划方法[J].指挥与控制学报,2021,7(03):257-268.
- [4] 杨萌,王玥.基于改进人工势场法的无人机避障航迹规划[J].导航与控制,2019,18(01):76-83+104.
- [5] 刘佳.基于模型预测控制的无人机在线航迹规划方法研究[D].北京:中国科学院大学,2020.
- [6] 朱笑然,张云昌,张涛,张雪华,于敬泽.废墟狭小空间多旋翼生命搜索无人机需求分析和关键技术探讨[J].中国应急救援,2021(04):54-57+65.
- [7] 袁林峰,柯达,许超,范根法,陈佳煜.基于正交激光雷达的电力巡检无人机自主避障系统研究[J].自动化技术与应用,2021,40(07):18-22.
- [8] 林立雄,何洪钦,何炳蔚,陈刚.基于改进人工势场模型的无人机局部避障方法[J].华中科技大学学报(自然科学版),2021,49(08):86-91.
- [9] 杨娜,张翀,李天昊.基于无人机与计算机视觉的中国古建筑木结构裂缝监测系统[J].工程力学,2021,38(03):27-39.
- [10] 刘占双,赵云龙.高海拔地区无人机巡线与紧急情况应对技能强化模拟系统研究[J].电子元件与信息技术,2021,5(01):85-86.
- [11] 姚远,周兴社,张凯龙,董冬.基于稀疏A*搜索和改进人工势场的无人机动态航迹规划[J].控制理论与应用,2010,27(07):953-959.
- [12] 陈麒杰,晋玉强,王陶昱.基于改进人工势场算法的无人机群避障算法研究[J].导航定位与授时,2020,7(06):109-113.
- [13] 韩尧,李少华.基于改进人工势场法的无人机航迹规划[J].系统工程与电子技术,2021,43(11):3305-3311.
- [14] 陈守凤.基于改进人工势场法的多无人机协同航迹规划算法研究[D].黑龙江:哈尔滨工业大学,2017.
- [15] 李克玉,陆永耕,鲍世通,徐培真.基于改进人工势场法的无人机三维动态环境避障航迹规划[J].上海电机学院学报,2020,23(05):279-285.
- [16] 邓叶,姜香菊.基于改进人工势场法的四旋翼无人机航迹规划算法[J].传感器与微系统,2021,40(07):130-133.
- [17] 苗东东,吕品,王庆,徐海明.基于改进人工势场法电力巡检无人机航迹规划[J].计算机与数字工程,2021,49(11):2260-2265.
- [18] 王涵.无人机航迹规划及导航定位系统研究[D].浙江:浙江大学,2017.