

基于改进麻雀算法优化 DWA 的无人机协同避障规划

摘要

本文对于无人机动态避障问题，构建优化模型，将时间离散化后应用 DWA 算法进行动态规划求解。

对于问题一，以障碍圆的圆心为原点，站点 A、B 连线的延长线为 x 轴构建直角坐标系。将无人机飞行路径参数化，对时间离散化处理。以无人机躲避障碍物、转弯半径不小于 30m、两架无人机不碰面为约束条件构建优化模型。采用均匀线速度下的 DWA 算法进行求解，最终求得无人机 B 先到达目的地，最短用时 **466.36s**。最后对两架无人机路径上的各个点的角速度进行检验，均未超过转弯半径限制下的最大角速度，验证了结果的合理性与准确性。

对于问题二，将优化模型中的目标函数变为后到达的无人机用时最短。以障碍圆为静态障碍物，另一架无人机的最佳采样点的两条切线为动态障碍物，优化了采样点参数计算公式与无人机到达目标点判断条件；将各个采样点得分进行标准化；应用佳点集初始化的麻雀搜索算法与 DWA 算法的超参数进行求解，最终结果为后到达的无人机最短用时为 **603.21s**。最后进行正确性检验，得出无人机 AB 连线距离障碍圆中心距离均小于 500m，无人机 A 距离障碍物距离均大于 0，验证了结果的正确性。

对于问题三，我们将 B 站点横坐标限制在 [600, 5000] 内，在该范围内进行离散取点，根据分段 DWA 算法绘制出了部分路径图。最后计算出在问题一、二目标下的站点 B 在不同位置时两架无人机到达目的地的用时。发现站点 B 在距离圆心 **1973.4919m** 内时，无人机 A、B 用时相同；在距离圆心 1973.4919m 外时，两架无人机耗时呈近似线性增加，且无人机 A 的耗时增加较快，且最优航迹变化不大。

对于问题四，对无人机 B 的速率在 [10, 30]m/s 内进行离散取点，对不同的速率分别绘制路径图。最终得出，无人机 B 速率为 **21.12m/s** 时为临界状态，当速率大于 21.12m/s 时，无人机 A 的用时不再发生变化；当速率小于 21.12m/s 时，无人机 A 的用时随速率的增大而减小，最优航迹变化不大。

对于问题五，在题目所给的站点位置以及无人机速率的范围内，对不同速率与距离，计算无人机 A、B 的耗时，并绘制速率与距离的四象限图和无人机 A、B 的耗时随距离和速率变化的曲面图，发现速度的变化对耗时的影响，略大于无人机 B 站点位置的影响。

本文优点：(1)DWA 算法中引入了动态障碍和静态障碍，更好地控制了无人机躲避不同类型的障碍；(2) 无人机采样轨迹使用通式计算，加快了单次 DWA 的运行效率，使其在无人机等微型终端上能更高效地运行；(3) 问题二模型几乎控制了无人机的所有飞行路线和飞行方式，使用麻雀算法优化模型参数能让结果更有说服力。

关键字：最优航线 改进麻雀算法 DWA 动态窗口