路径规划与轨迹规划算法综述

北京航空航天大学

软件学院 陈宇轩ZF2121109

摘要：

路径规划是指在有障碍的环境中，选择出能从起点到达目的地的无碰撞的路径。而轨迹规划则在找到一条这样路径的同时，还需要考虑时序，从而使机器人在运动过程中减少抖动。本文主要总结了这两个方向的算法成果，并对应用领域的问题进行了介绍。

关键字：路径规划 轨迹规划, Roadmap, Cell decomposition, Artificial potential, Minimum time, Minimum energy, Minimum jerk

1 引言：

路径规划可以抽象简化成一个几何问题，因为只需要生成几何路径，不用考虑时间等因素。而轨迹规划则略微复杂，一般情况下路径规划先于轨迹规划，但也并非一定不同。

2 路径规划

路径规划算法通常被分成三类：roadmap，cell decomposition，artificial potential，

Roadmap：使用简单的连通图表示配置空间，类似于城市如何用地铁图表示。这种方法通常分成两个阶段。在建设阶段建立起从该空间的一个连续表示的曲线图，这个阶段通常需花费大量的时间和精力，但最终的图形可以用于多个查询并进行最少的修改。在查询阶段用评估图来找到从起始位置到终点位置的路径。常见的算法有:Visibility Graph 和 Voronoi Diagram。

cell decomposition：通过将机器人的自由空间划分成若干区域，从而将路径规划问题转化成图的搜索问题。常见的算法如PCD等。

artificial potential，将目标和障碍物分别看做对机器人有引力和斥力的物体，机器人沿引力与斥力的合力来进行运动。

3 轨迹规划

为了更快的完成任务，机器人被设计的运行速度越来越快。机器人高速运行的同时，机器人的准确度和可重复性又会受到影响。

一个平滑的运动轨迹可以在不断提高机器人控制器和执行器性能的同时，避免对机器人造成破坏。因此轨迹规划的算法通常会考虑运行速度，能耗以及jerk

等三个方面。

Minimum Execution Time Algorithms：短执行时间与自动化工厂的生产效率密切相关,常用算法如Double S，保证加速度连续，是机械臂常采用的一种规划算法。

Minimum Energy Algorithms：以低能耗为优化目标的算法通常在一些极端场景中使用，例如水下作业，太空作业，军事任务等。

Minimum Jerk Algorithms:这类算法通常以最小化加加速度为目标，从而获得平滑的机器人运动轨迹。

4 总结

目前在工业上还是很少有用到路径规划的，随机采样算法不能保证一致性，难以满足工业严格的节拍要求。势场法可能会陷入局部最优，导致最终优化失败（这也是所有基于优化的算法的一个难题）对于可靠性要求极高的工业项目，这是难以接受的。工业现场的大多数场景还是离线编程与现场示教。

参考文献：

1. Pham, Hung ； Pham, Quang Cuong. (2018). A New Approach to Time-Optimal Path Parameterization Based on Reachability Analysis. IEEE Transactions on Robotics. 34. 645 - 659. 10.1109/TRO.2018.2819195.

2. Alessandro Gasparetto, Paolo Boscariol, Albano Lanzutti ,Renato Vidoni(2015) Path Planning and Trajectory Planning Algorithms: A General Overview

3. 张广林 胡小梅 柴剑飞 赵磊 俞涛 ( 2011 ) 路径规划算法及其应用综述