



自动驾驶汽车 预测-决策-规划-控制实战入门

4.2 基于多目标评价函数筛选 B样条曲线换道路径簇

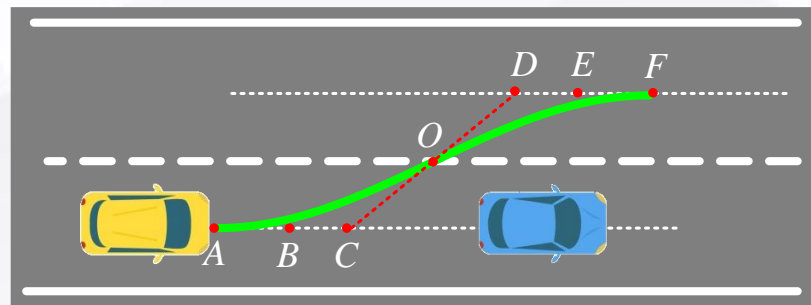
创作者: Ally

时间: 2021/11/21





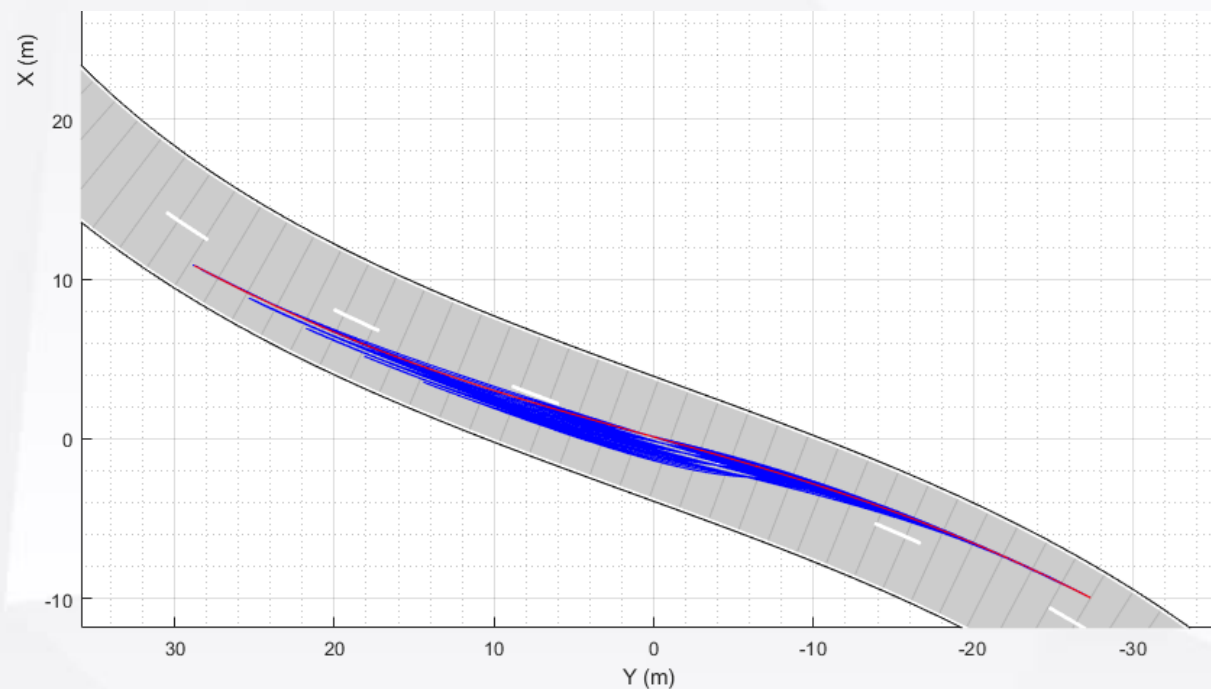
- ◆ 回顾第一期课程可知，三次（4阶）准均匀B样条曲线可由6个控制点（ABCDEF）生成，（O点不是控制点，只是为了画图需要一个参考点）
- ◆ 初步分析B样条曲线换道路径，除本车A点外，B/C/D/E/F五点均未确定，有如下考量：
 - 若起点和终点的连续三个点呈直线，则起点和终点的曲率可以满足为0；
 - 考虑到路径起点和终点处车辆航向角与车道中心线平行，根据准均匀B样条曲线特性，需满足 $ABC \parallel DEF \parallel \text{车道中心线}$ ；
 - 为保证B样条曲线换道路径的前半段（O点向左）和后半段（O点向右）呈中心对称，需满足 $ABC = DEF$ ；
 - 简单起见，令 $AB=BC=DE=EF$
- ◆ 因此，ABCDEF6个控制点的自由度降为2：O点相对A点位置、C点相对A点位置。对于编程而言，就是构造两层for循环，在两个自由度的不同组合下，生成一系列的B样条曲线，也就是换道路径簇。



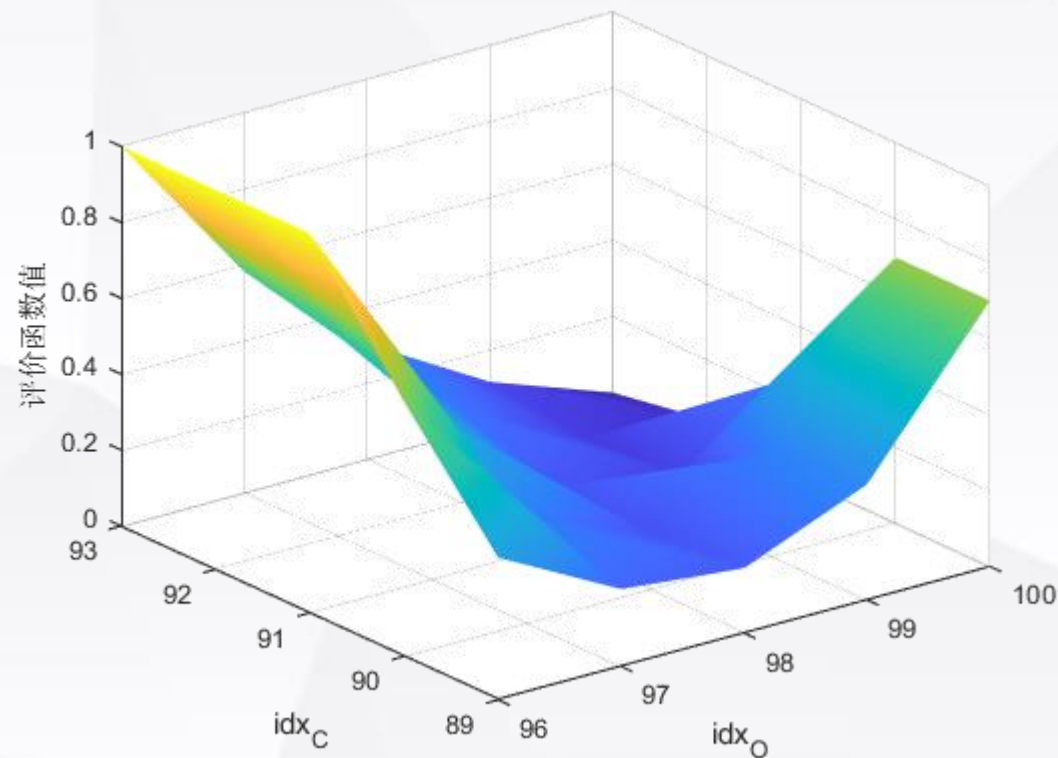
- ◆ 路径规划不同于轨迹规划，因此两者的评价指标有本质区别：
 - 轨迹规划蕴含了时间信息，自然也就与速度有关系，那么影响乘坐舒适感的舒适性评价指标将占据主导，包括加速度，加加速度等指标；
 - 路径规划不包含时间信息，因此仅从路径曲线本身进行分析，建立评价指标。
- ◆ 构造两个路径评价指标：、路径长度与路径平均曲率，分别用于反映换道全程时间和换道过程的横向舒适性。
- ◆ 常用的多目标优化方法有：Pareto最优前沿、线型加权法（多目标转单目标）、非支配排序遗传算法（Non-dominated Sorting Genetic Algorithm, NSGA)等。
- ◆ 根据换道路径筛选这一问题的复杂程度，选择线型加权法比较适宜，如下：

$$f = \omega_1 f_{length} + \omega_2 f_{curvature} = \omega_1 \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} + \omega_2 \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}$$

- ◆ 以本车位置作为A点，构造O和C点索引变化的两层循环，生成换道路径簇
- ◆ 利用路径长度和平均曲率构成的综合评价指标筛选最优换道路径



生成的换道路径簇及最优换道路径



每一条路径的评价函数值