



# 自动驾驶汽车 预测-决策-规划-控制实战入门

## 4.1 四类换道路径类型对比及筛选

创作者: Ally

时间: 2021/11/21

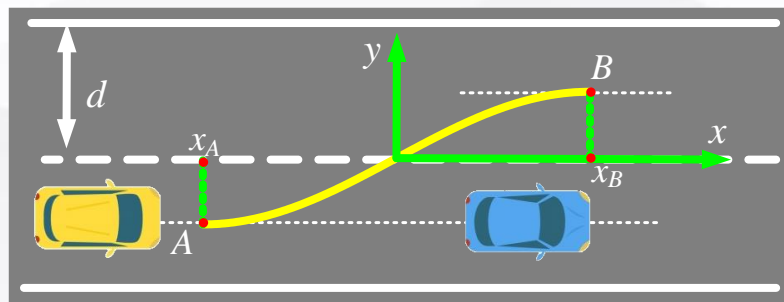
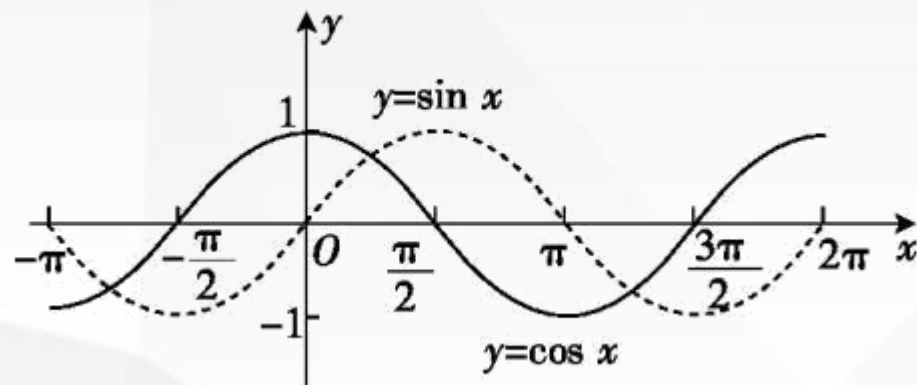




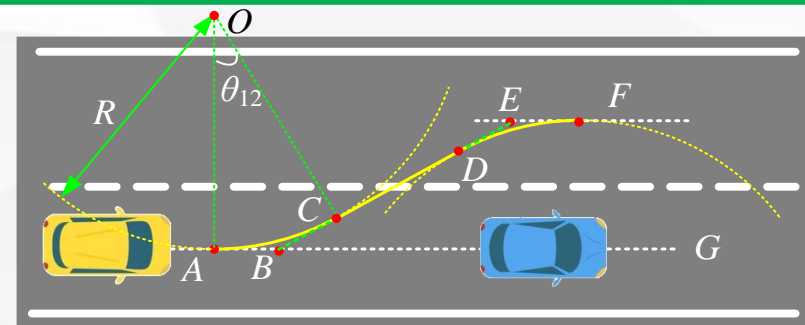
- ◆ 一般来说，局部路径规划主要应用于换道超车（避障）、泊车等应用场景，其中换道超车路径规划研究颇为广泛。
- ◆ 常见的换道路径规划方法包括但不限于：
  - 多项式曲线（三次、五次、七次等）（后期会再出专题内容讲述坐标系转换（全局坐标系转Frenet坐标系等）与多项式曲线的关系，本期不涉及）
  - 贝塞尔曲线（三阶、四阶、五阶等）
  - B样条曲线（三次、四次、五次等）
  - 正余弦函数曲线
  - Dubins曲线（LRL、RSR等）
- ◆ 多项式曲线、贝塞尔曲线、B样条曲线可移步至第一期视频，观看换道路径的具体算法；本期着重介绍正余弦曲线和Dubins曲线。

- ◆ 正弦函数换道路径因其计算简便和具有优异的平滑特性而被采用。
- ◆ 图中的A点和B点分别是换道点和并道点，并将其视为正弦（余弦）曲线的峰值点和谷值点。
- ◆ 据此得到换道路径表达式：

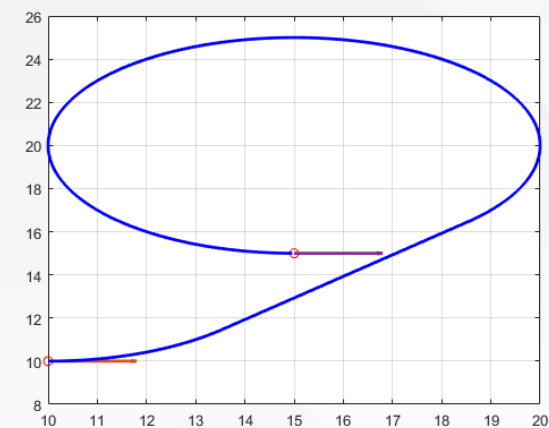
$$\begin{cases} \omega = \frac{\pi}{x_B - x_A} \\ y = \frac{d}{2} \sin \left( \omega \left( x - \frac{x_A + x_B}{2} \right) \right) \end{cases}$$



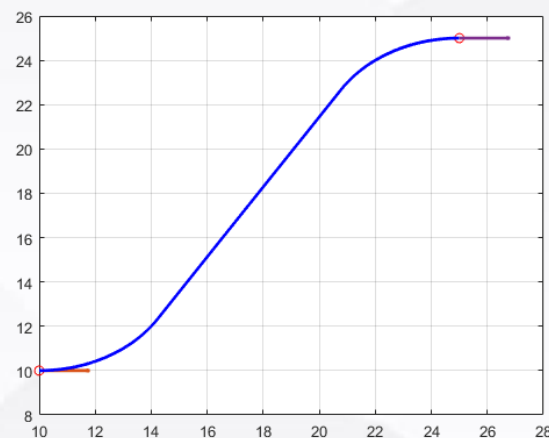
- ◆ 定义：Dubins曲线是在满足曲率约束和规定的始端和末端的切线方向的前提下，连接二维平面两点的最短路径。
- ◆ 分类：LSL, LSR, LRL, RSL, RSR, RLR, (L-Left, S-Straight, R-Right)。



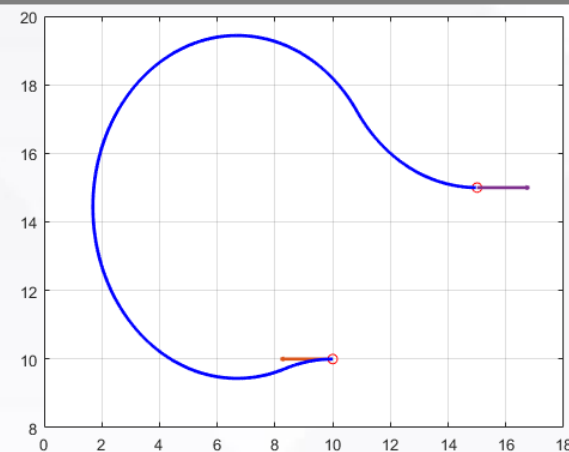
LSL



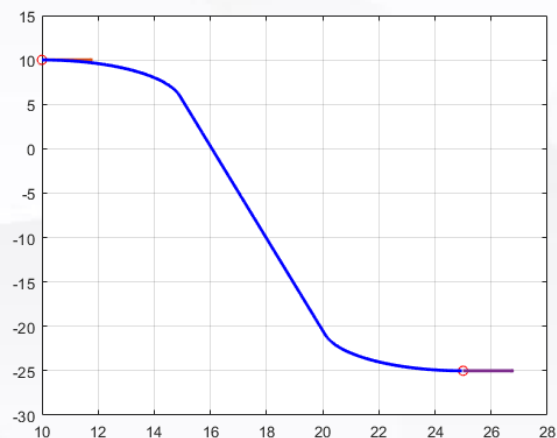
LSR



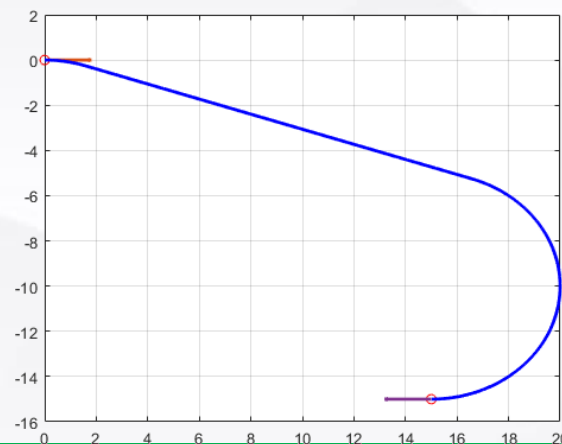
LRL



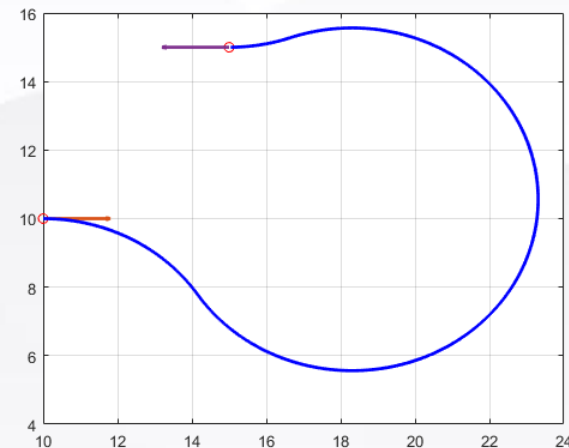
RSL



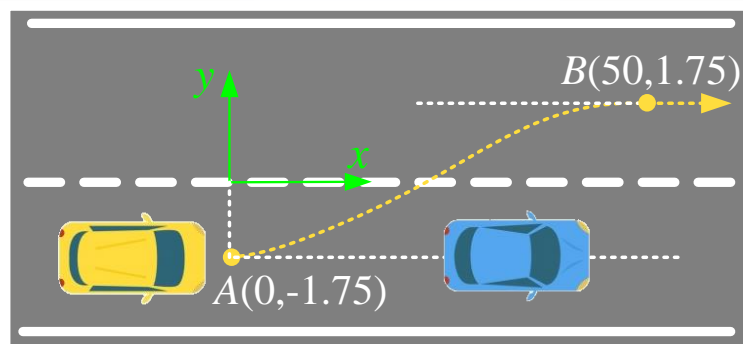
RSR



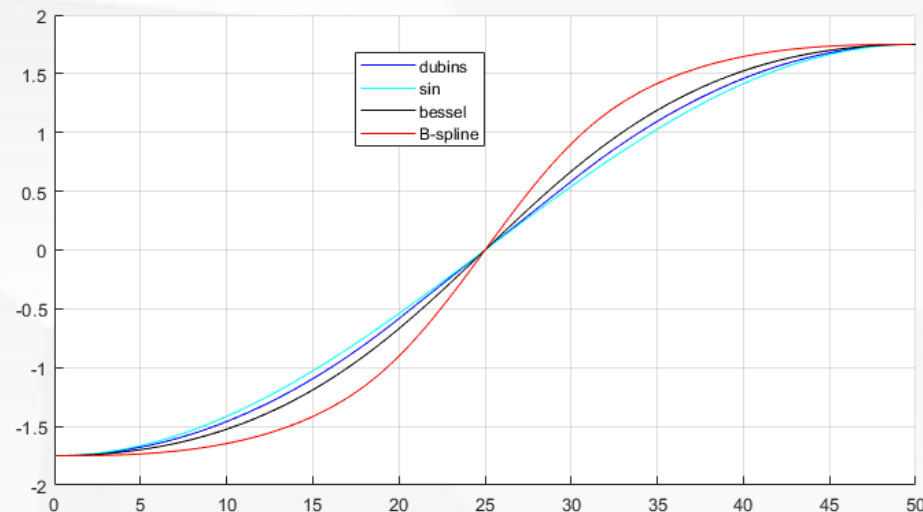
RLR



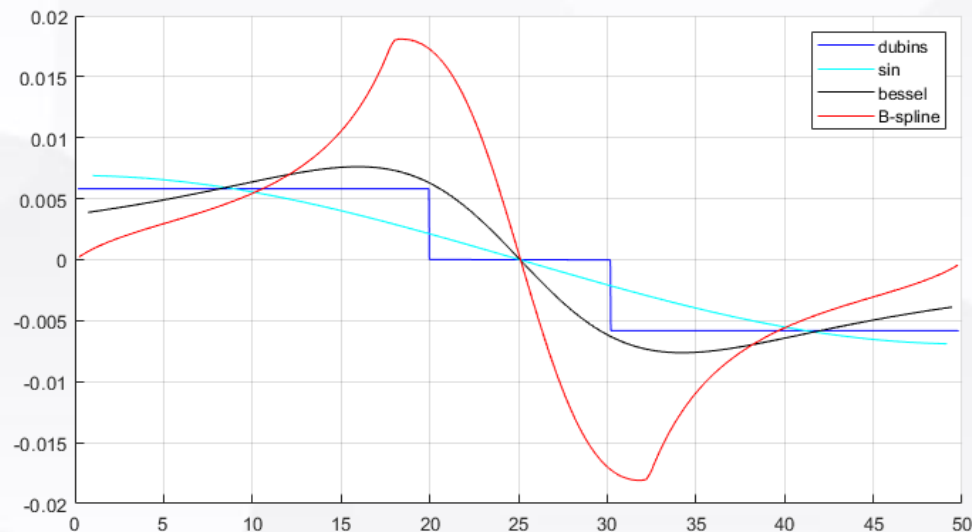
- ◆ 路径曲率的倒数是车辆在该点的转弯半径。车辆在行驶过程中，方向盘只能连续渐变，不能突变，这要求路径曲率连续变化，无突变情况。
- ◆ 车辆在换道点和并道点处，要求路径在两点的切线与车道中心线平行，以保证车辆在两点的速度方向平行于车道中心线。
- ◆ 此外，一般还要求路径在换道点和并道点的曲率为0，以保证此时方向盘位于原位。（避免出现蛇形轨迹）



- ◆ 四类换道路径从直观上感受并无较大差别，主要差别体现在路径曲率。
- ◆ Dubins曲线的路径曲率出现了两次跳变，若车辆跟随该路径行驶，须要求车辆行驶到C点后立刻停车，然后将方向盘回正，当继续行驶到D点后又立刻停车，并将方向盘转到满足圆弧段转弯半径的角度后，再继续行驶，显然Dubins换道路径并不符合实际行驶要求。
- ◆ 正余弦曲线和贝塞尔曲线换道路径，路径曲率满足了连续变化的要求，但曲率在换道点和并道点的曲率不为0，这将导致车辆行驶至并道点后方向盘未在原位，后续将会偏离车道中心线。故两者也不符合实际行驶要求。
- ◆ 结论：B样条曲线几近完美的规避了上述几种换道曲线的缺陷，而又保留了他们的优势，是较为理想的一种换道路径类型。



换道路径对比



路径曲率对比