

LETS道路中心线搜索

目录

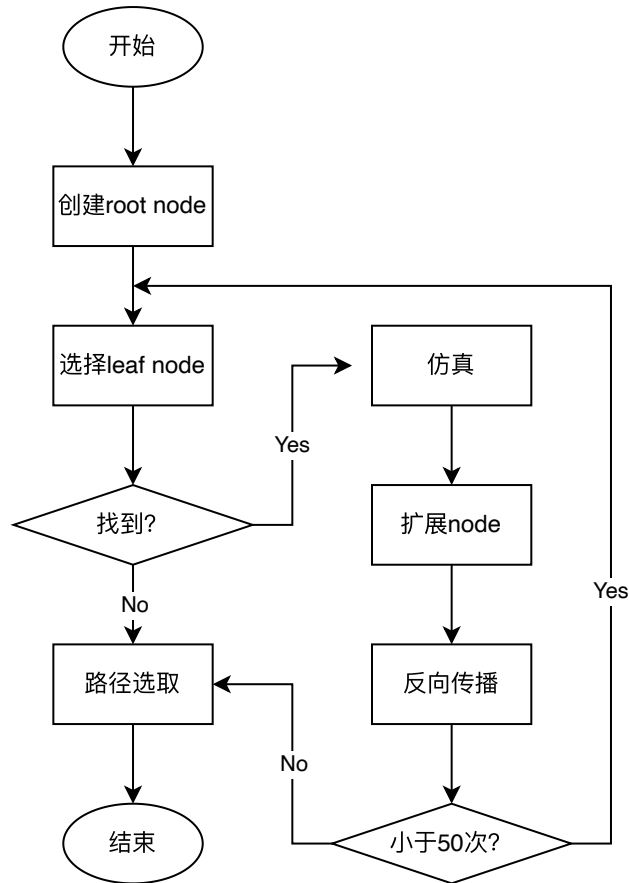
- 基本思路
- 仿真&扩展
 - FollowSideFeature
 - FollowCenterFeature
 - ForkFeature
- 截止条件
- 反向传播
- 路径选取

1. 基本思路

道路中心线搜索算法整体借鉴LETS，LETS算法则参考MCTS算法实现，基本思路可以参考 [蒙特卡洛树搜索 MCTS 入门_python class-CSDN博客](#)

- (1) 使用给定的搜索起点创建root node，然后会进行最多50次的迭代。
- (2) 在每次迭代中，首先选取合适的叶子节点，如果没有找到直接跳到步骤（6），找到叶子节点后进入步骤（3）
- (3) 按照其feature进行仿真扩展，扩展后的子节点中选取reward最大的一个再继续进行仿真扩展，最多可以仿真20步。
- (4) 仿真扩展结束后，使用仿真后的叶子节点进行反向传播，更新路径上所有节点的reward值。
- (5) 反向传播结束后如果当前迭代次数小于50次，会继续进行上面（2）（3）（4）步骤，否则进入（6）步骤
- (6) 根据所有叶子节点进行路径聚类，并在每类中选取一条路径加入最终结果中

算法基本流程如下：

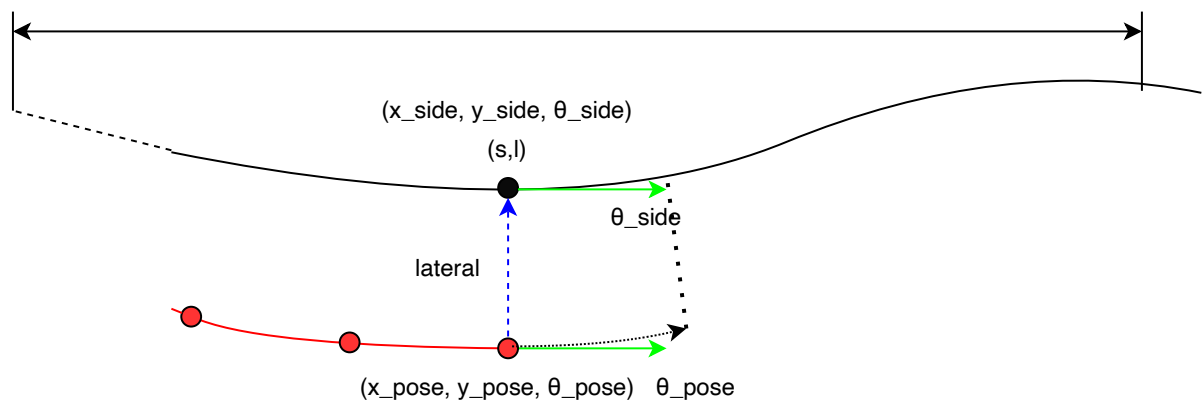


2. 仿真&扩展

在仿真中按照搜索特征进行node扩展，目前道路中心线搜索有贴单边搜索（FollowSideFeature）、沿双边中心线搜索（FollowCenterFeature）、按FORK搜索（ForkFeature）三种搜索特征。

当前，如果找到了FollowCenterFeature或ForkFeature，则不再按照FollowSideFeature搜索。

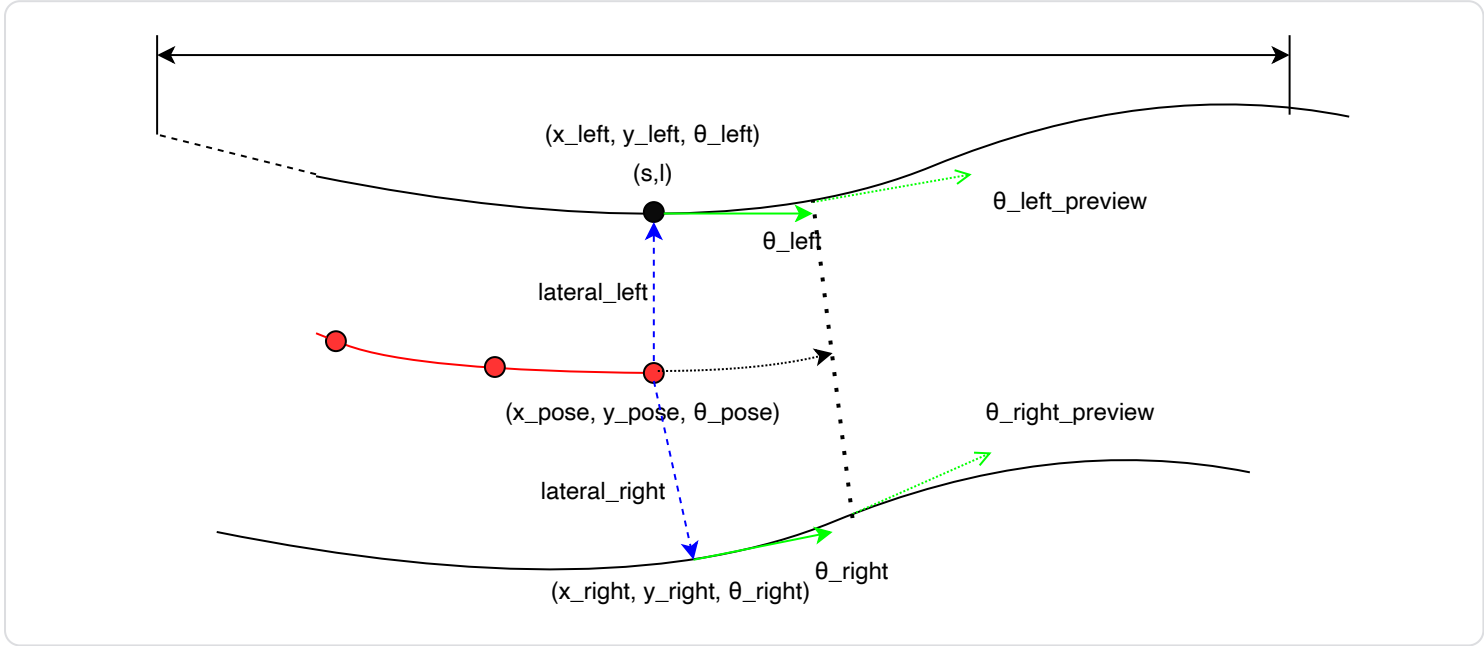
FollowSideFeature



中心线路径点 $(x_{pose}, y_{pose}, \theta_{pose})$ 投影到curve上 (s, l) ，投影侧向距离lateral，投影点对应X-Y坐标系为 $(x_{side}, y_{side}, \theta_{side})$

1	$-20 < s < \text{curve.length} - 5$	投影点需要在曲线起点前20m到曲线终点前5m
2	$ \theta_{\text{side}} - \theta_{\text{pose}} < 30^\circ$	路径点与投影点角度差需要小于30度
3	$\text{lateral} < 15$	路径点到投影点距离需要小于15m

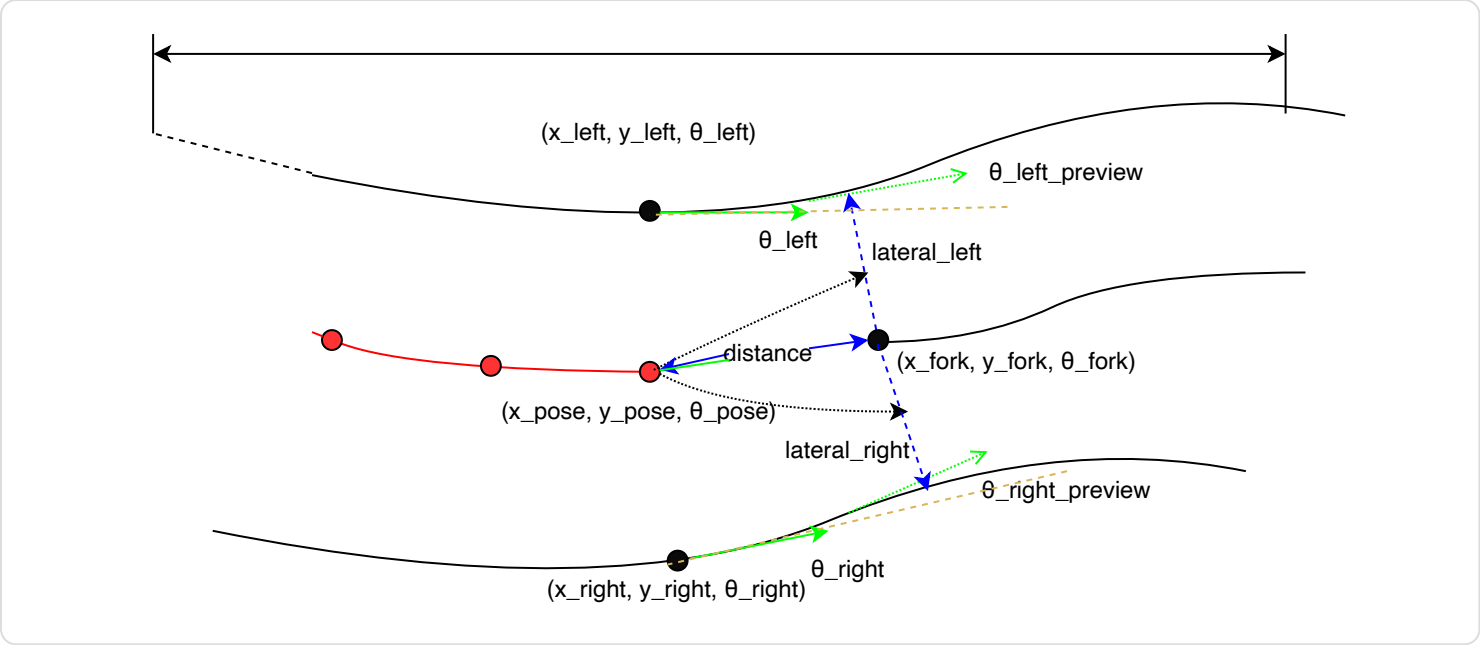
FollowCenterFeature



找到中心线路径点 $(x_{\text{pose}}, y_{\text{pose}}, \theta_{\text{pose}})$ 左侧最近线和右侧最近线，分别投影到左线和右线上
投影到left_curve上 $(s_{\text{left}}, l_{\text{left}})$ ，投影侧向距离 $\text{lateral}_{\text{left}}$ ，投影点对应X-Y坐标系为 $(x_{\text{left}}, y_{\text{left}}, \theta_{\text{left}})$ ，沿左曲线向前10m，得到 $\theta_{\text{left_preview}}$
投影到right_curve上 $(s_{\text{right}}, l_{\text{right}})$ ，投影侧向距离 $\text{lateral}_{\text{right}}$ ，投影点对应X-Y坐标系为 $(x_{\text{right}}, y_{\text{right}}, \theta_{\text{right}})$ ，沿左曲线向前10m，得到 $\theta_{\text{right_preview}}$

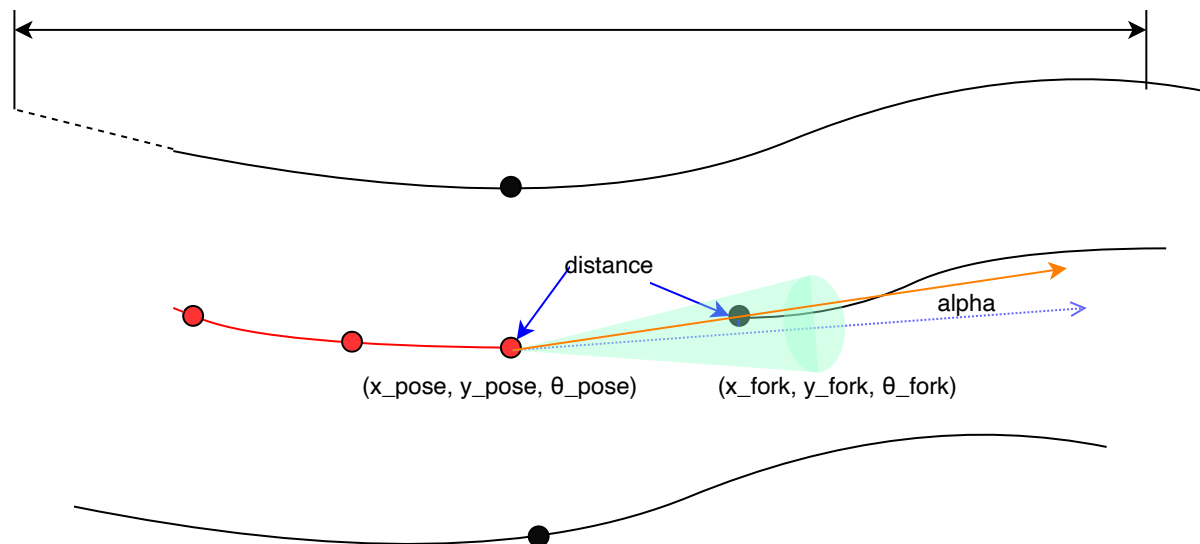
1	$-20 < s_{\text{left}} < \text{left_curve.length} - 5$ $-20 < s_{\text{right}} < \text{right_curve.length} - 5$	投影点需要在左、右曲线起点前20m到曲线终点前5m
2	$\theta_{\text{left_preview}} - \theta_{\text{right_preview}} > -45^\circ$	左曲线与右曲线呈开口形状，且preview角度超过45度时无效
3	$ \text{lateral}_{\text{left}} - \text{lateral}_{\text{right}} < 20$	路径点到投影点距离左右两侧差需要小于20m

ForkFeature



找到中心线路径点 $(x_{pose}, y_{pose}, \theta_{pose})$ 左侧最近线和右侧最近线， 分别投影到左线和右线上
投影到left_curve上 (s_{left}, l_{left}) ， 投影点对应X-Y坐标系为 $(x_{left}, y_{left}, \theta_{left})$ ， 沿左曲线向前10m， 得到 $\theta_{left_preview}$
投影到right_curve上 (s_{right}, l_{right}) ， 投影点对应X-Y坐标系为 $(x_{right}, y_{right}, \theta_{right})$ ， 沿左曲线向前10m， 得到 $\theta_{right_preview}$
路径点到fork点的距离为 $distance$ ， fork点到左、右侧线的距离 $lateral_{left}$ 、 $lateral_{right}$ ， fork点与左投影点切线的左右关系 $prod_{left}$ ， fork点与右投影点的左右关系 $prod_{right}$

1	$distance < 15$	$\alpha < 15^\circ$ ： 路径点与fork点在15m内 $\alpha > 15^\circ$ ： 路径点与fork点在25m内 α 示意图见下图
2	$x_{pose} < x_{fork} - 2$	路径点在fork点前2m外
3	$ \theta_{left} - \theta_{right} < 30^\circ$	$\theta_{left} - \theta_{right}$ 角度差需要小于30度
4	$ \theta_{left_preview} - \theta_{right_preview} < 45^\circ$	$\theta_{left_preview} - \theta_{right_preview}$ 角度差需要小于45度
5	$lateral_{left} > 3; lateral_{right} > 3$	fork点到左右侧曲线的距离大于3m
6	$prod_{left} < 0; prod_{right} > 0$	fork点在左切线右侧， 在右切线左侧



截止条件

- 达到迭代深度
- 无搜索特征
- 遇停止线（遇停止线后，如果只有FollowSideFeature，则停止）
- 遇路沿、导流线（在Fork特征下则不截止）

3. 反向传播

使用叶子节点的reward反向依次更新路径上的其他节点reward，直到root节点。

4. 路径选取

通过起点左右边线id、终点左右边线id组成一个tag，tag相同则认为路径为同一类，同一类路径中选出reward最高的一条作为最终路径

如下示意图：

path1 tag = 0x01020103

path2 tag = 0x01020203

path3 tag = 0x01020203

path1为一类只能选取path1，path2、path3为一类，需要在其中选取reward最大的作为最终路径

