

车道数量滤波方案

目录

- 背景：
- 优化方案：
- 车道数量滤波器设计细节
- 车道存在性跟踪器设计
- 后处理

背景：

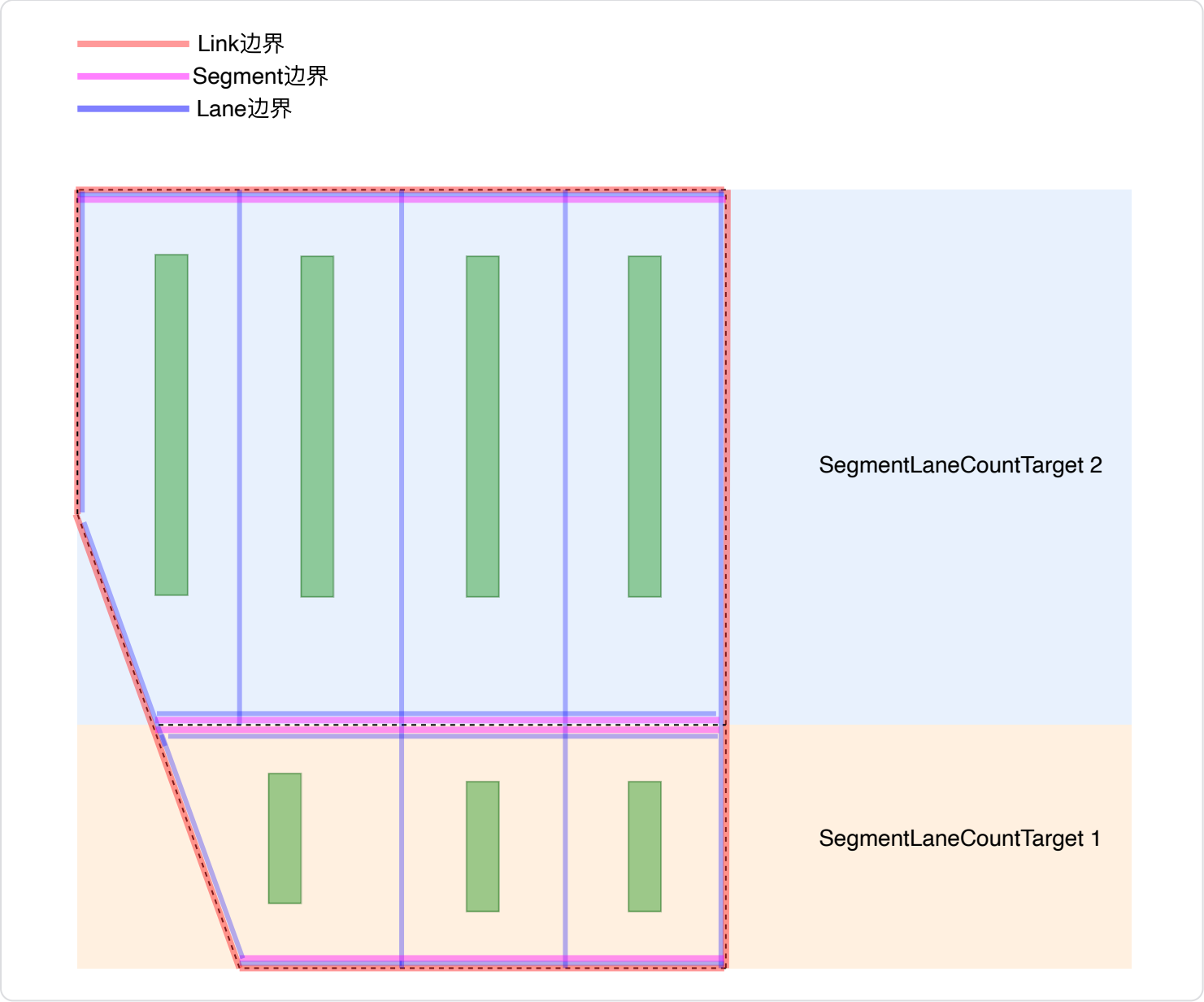
基于现在元素生成方案，梳理出目前性能以及实车影响项，预期通过避开风险项进行车道数量稳定滤波工作开展，同时通过车道数稳定做到Segment&Lane层级元素几何&属性稳定。

1	元素	功能		方案/策略	当前性能	影响项
2	Link	生成		LETS算法搜索		
3	Dot	生成	预处理	去重，横向偏差，最大2米，平均1米	基本是单帧性能	影响Segment和Lane生成稳定性
4			创建	车道线起终点、分合流，变化1~1.5米		
5			后处理	聚合，dbscan阈值7.5米、分合流点阈值30米		
6		关联		欧式距离30米，投影纵向距离10米		
7		更新		使用最新观测数据		
8	Segment	生成	补线	根据dot延长车道线、左右边界线		1.影响LD属性投影模块
9			延长	缺失车道线补线		2.补线和延长策略单帧结果引起车道数、拓扑不稳定

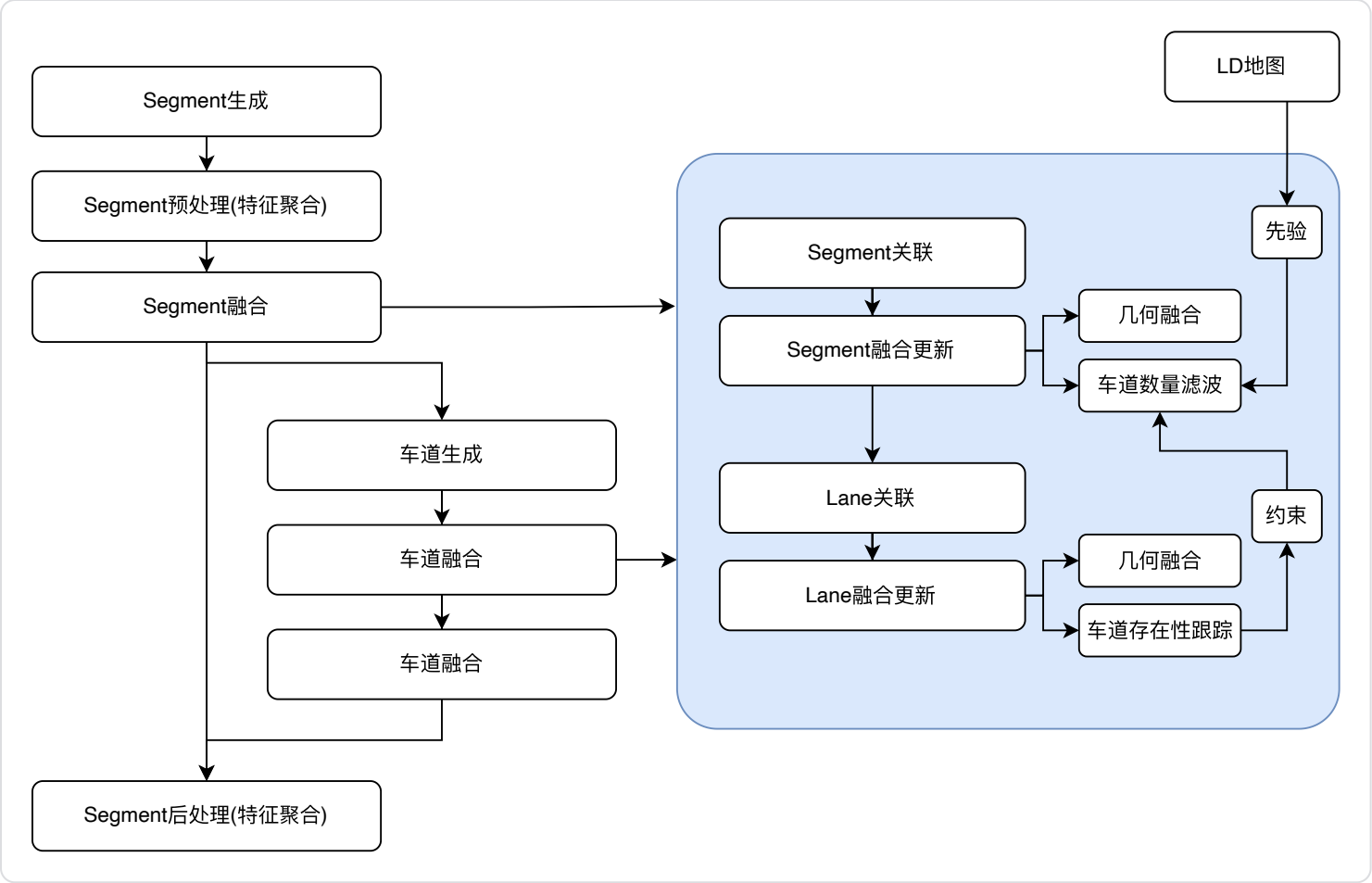
10		关联	dot id、IOU贪心匹配最大		
11		更新	使用最新观测数据		
12	Line	关联	id关联		
13		更新	使用最新观测		
14	Lane	生成	相邻左右车道线生成		车道存在性不稳定，直行时选道策略跳动，引起画龙
15		关联	lane id以及iou		
16		更新	使用最新观测		

优化方案：

- 1. Segment Target中增加车道数量滤波器，稳定帧间车道数量；
- 2. Lane Target中增加车道存在性跟踪器，提供数量滤波时的约束检验以及车道增减的参考；



整体方案流程图



车道数量滤波器设计细节

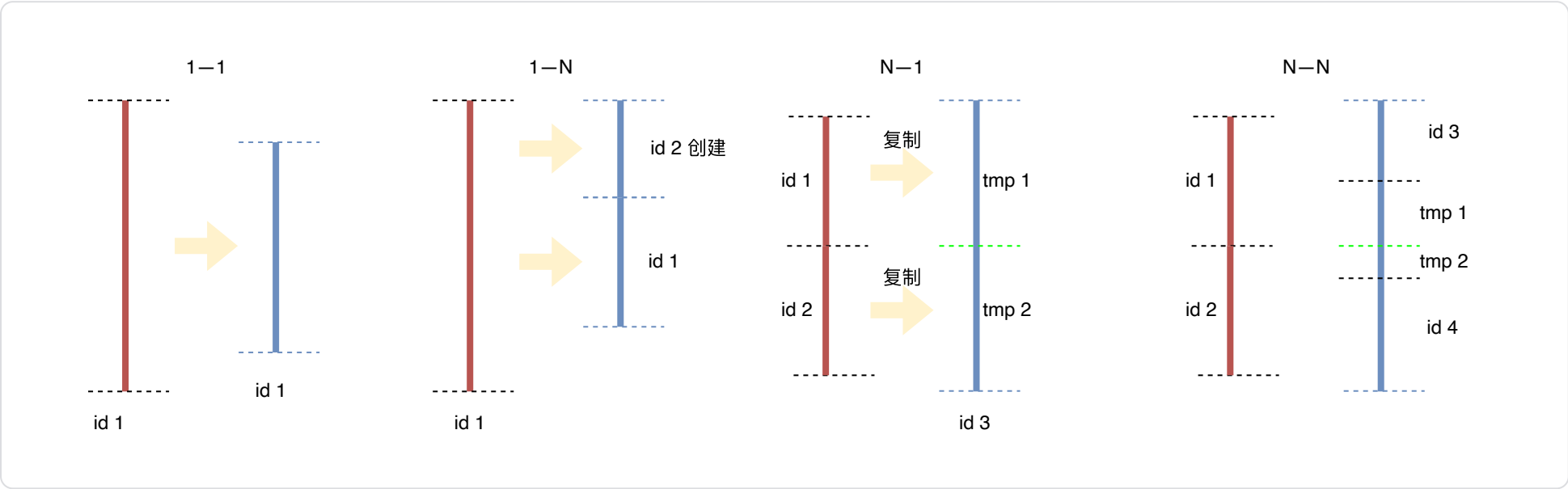
时序跟踪策略

通过匹配，将Tracker的几何数据更新为最新Measurement，同时初始化新生生成SegmentTarget的数量滤波器。

匹配策略

1			Measurement		
2			0	1	N
3	Tracker	0	-	初始化新的数量滤波器到tracker中	-
4		1	消亡	滤波器更新	iou最大通过匹配实现Target延续 非最大通过tracker作为初始值进行创建
5		N	-	将Measurement按N个Tracker进行分段，每段独立滤波更新 最后再对同样长度的段做聚合，不同长度创建新的segment	将N个Tracker的切分点投影到N个Measurement上 操作同N-1匹配

匹配示意图



时序融合策略

状态空间

定义 S 为车道数量，假设最多有7条车道 $S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$

状态变量

每种车道数量的概率 π , 初始值 π_0 可参考LD中车道数量通过离散高斯模型进行概率计算

状态转移概率矩阵

假设在segment宽度稳定且和LD宽度接近情况下, 车道数量只存在三种变化可能: P 不变、 $0.5 - P/2$ 增加一条、 $0.5 - P/2$ 减少一条。假设宽度多帧稳定, 不变的概率最大。

另外可参考LD前后segment信息判断是否存在分流场景, 进行状态转移矩阵设计

观测概率矩阵

考虑三个方面可观测segment车道数量: LD先验车道数量、基于segment宽度推理车道数量、基于模型观测车道数量以及置信度高的车道数量

$$a_{ij} = \alpha a_{ij}^{LD} + \beta a_{ij}^{Width} + \gamma a_{ij}^{Perception} + \delta a_{ij}^{HighCon}$$

此外可以添加距离因子, 距离越远高斯峰值越低

观测状态

定义 O 为观测的车道数量, 观测空间 $O = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$

前向算法 (Forward Algorithm) 求解最优估计

对于 t 时刻, 每个状态概率为: $\alpha_t(i) = \sum_j \alpha_{t-1}(j) a_{ji} b_i(o_t)$, 最大概率对应的车道数量为 $P_t = argmax(\alpha_t(i))$

车道存在性跟踪器设计

基于稳定的segment段实现存在性跟踪。通过帧间车道匹配更新跟踪帧数, 作为车道存在性高低置信度判断依据。

后处理

道路结构还原

以滤波前后车道数变作为参考，以及车道存在性作为约束，对segment车道几何进行修正

- 车道数不变：不做增补处理
- 车道数变多：根据车道匹配结果，做增补处理
 - 存在未匹配的高置信度车道，作为增加的车道
 - 不存在未匹配的车道，则看是否存在一(tracker)对多(meas.)匹配关系，如存在则使用后者作为增加车道
- 车道数变少：根据车道匹配结果，做增补处理
 - 操作与上述相反

Segment聚合

在进行车道数量滤波后，对Segment进行重组，相同的车道数量的Segment、line、lane进行合并，滤波器的转移概率进行加权更新。最终输出稳定的元素几何信息。