

静态遮挡方案

1. 功能需求

解决静态遮挡带来的碰撞风险

- 🔊【V0.6.5交付】 【感知预研】 路口静态遮挡场景识别
- 🔊感知输出【静态遮挡】 场景可行性方案、和军哥、PnC侧对齐

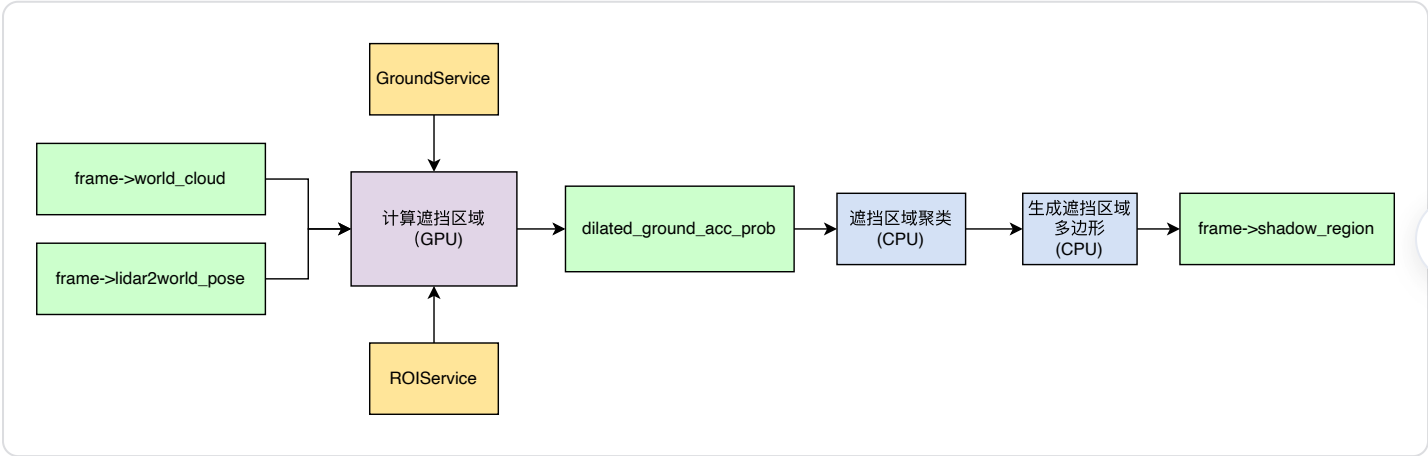
2. 现有方案

2.1 输入输出接口

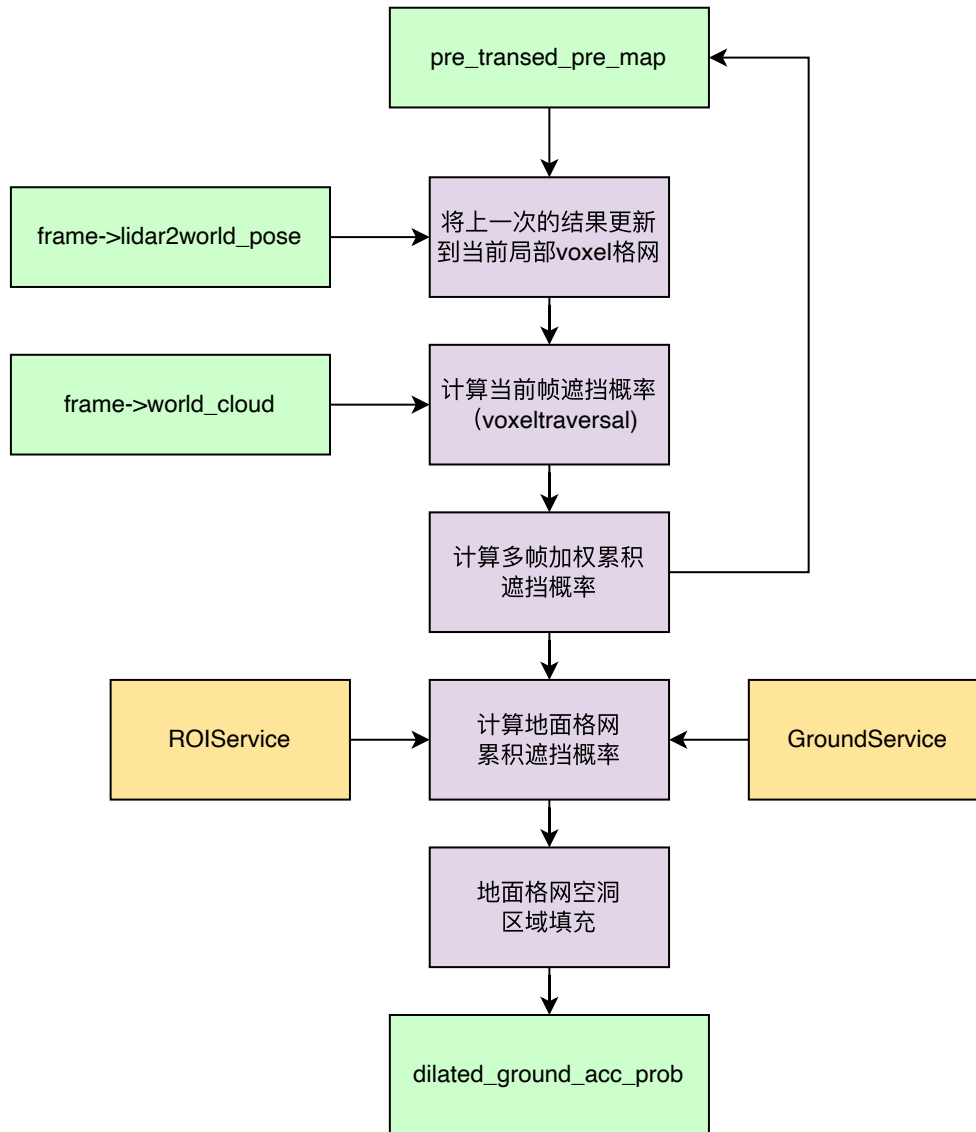
- 输入：
- 点云： point cloud in world frame
 - 位姿： lidar to world transform
- 输出：
- frame->shadow_region: polygon类型

2.2 算法框架

总体框架：



计算遮挡区域(GPU):



2.3 现有方案分析：

- 依赖ROIService (HDMAP)，可去除
- 依赖GroundService [GroundDetection解析](#)
 - GroundService依赖Parsing模块提供地面点
 - Semantic Ground Detection耗时较大 (Dell工作站耗时10ms)
- 只输出遮挡和非遮挡两种状态，不支持可通行区域和障碍物区域的格网概率统计
- 针对空洞区域处理相对简单
- 没有针对对快速移动的动态障碍物遮挡区域的处理
- voxel size (240 x 240 x 8)，voxeltraversal算法遍历所有points，计算量偏大
- 输出采用polygon，分辨率，精度有限，需要计算聚类 and 凸包，输出格式需要跟PNC对接需求
- 多帧融合采用移动加权，可以采用贝叶斯滤波等进一步优化

3. 静态遮挡新方案设计

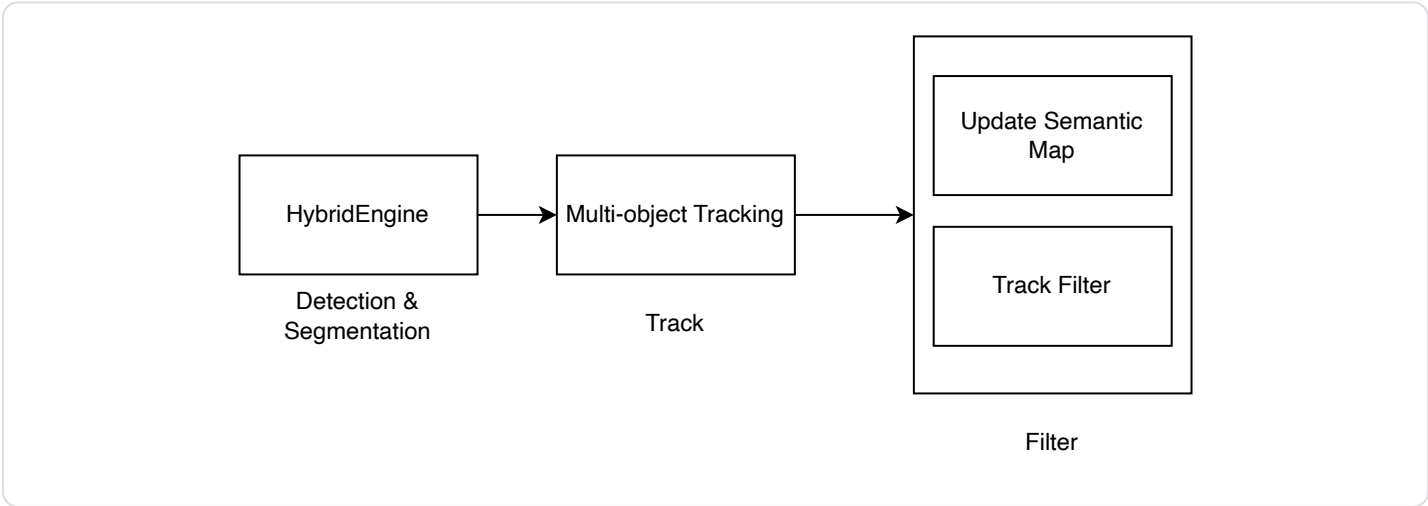
3.1 主要解决的问题

- 不依赖HDMaP
- 同时输出freespace，背景障碍物和遮挡区域，精简点云感知框架
- 改进地面检测算法
 - 提高精度
 - 减小时延
 - 不依赖Parsing模块
- 增加动态障碍物滤波
- 渐进式替换旧框架，减少重构风险

3.2 方案设计：

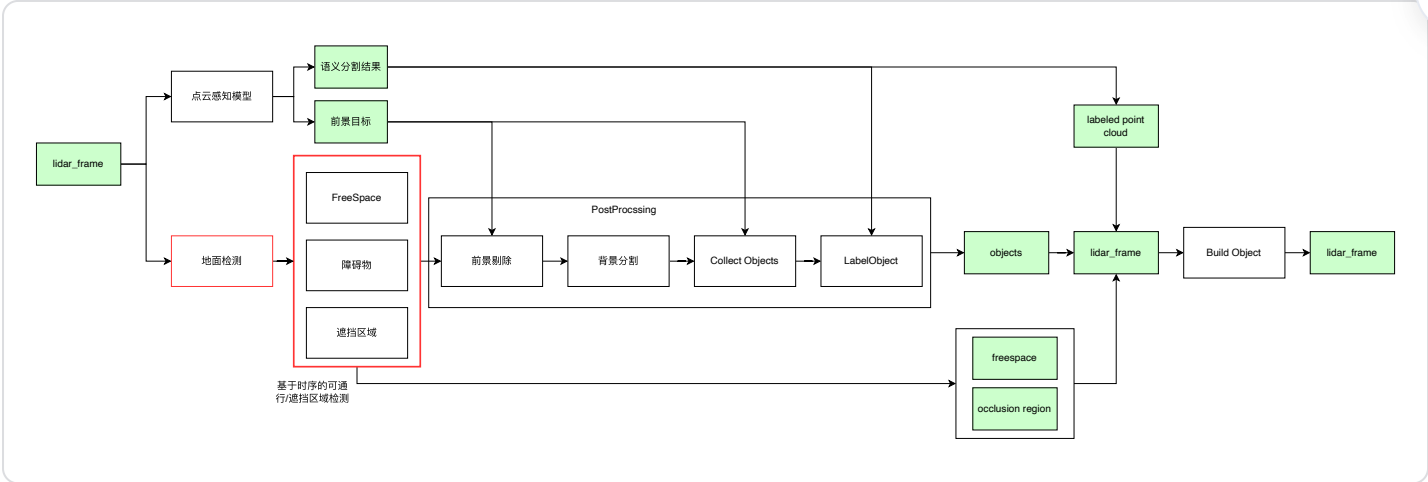
新的静态遮挡区域检测同时输出可通行区域，障碍物和遮挡区域，可以为后续点云感知框架整体优化奠定基础。现阶段可考虑只更新现有框架中的静态遮挡检测模块，渐进式重构，减少风险。以下为仅为基于新的静态遮挡方案的总体框架重构设想：

3.2.1 总体框架设想：



对比现有框架 [点云感知框架](#)

3.2.2 HybridEngine重构：



对比现有HybridEngine: [HybridEngine解析](#)

现有方案中地面分割依赖parsing结果，地面分割和parsing模型infer不能并行执行。

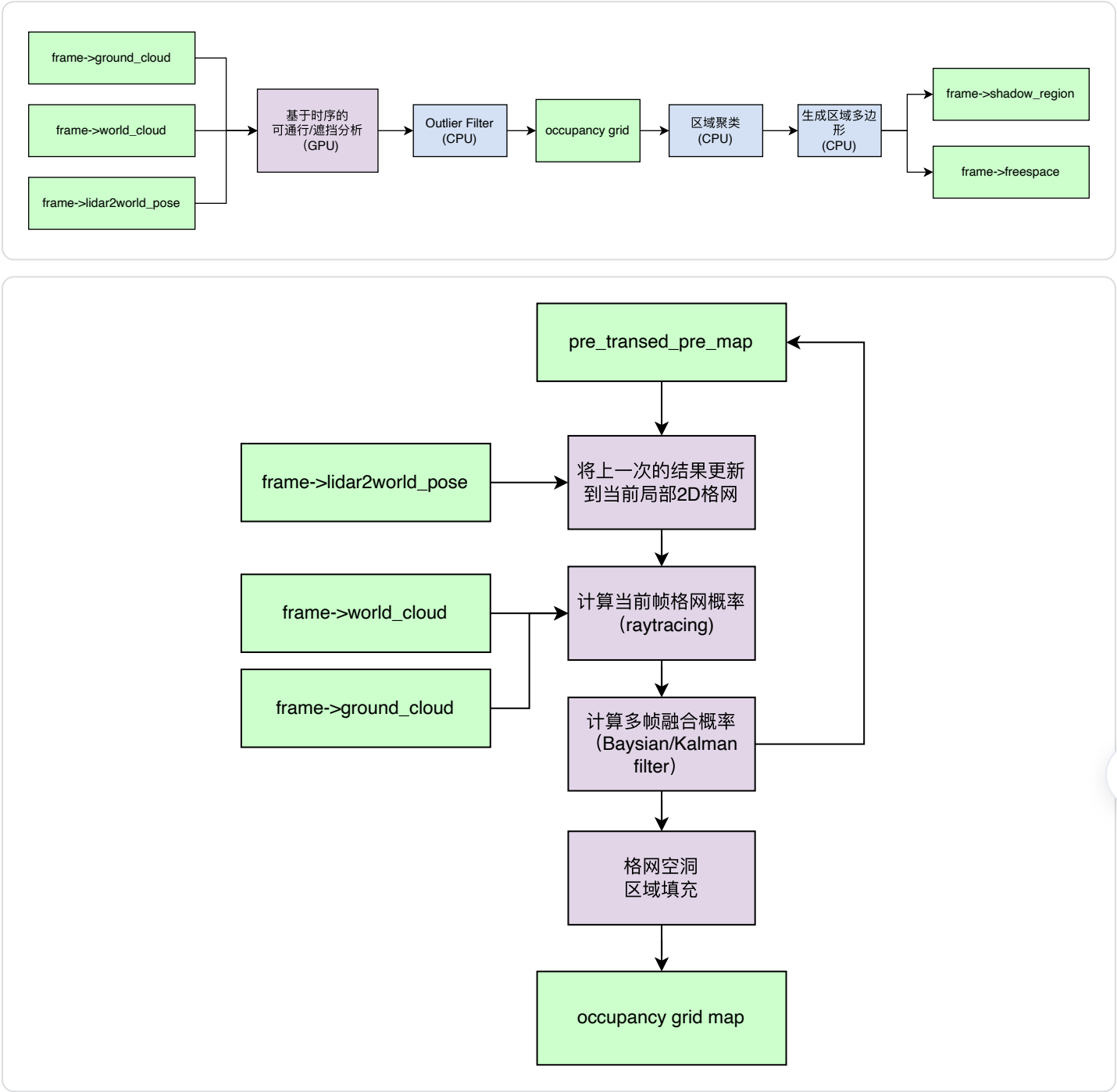
3.2.3 地面检测

对于静态遮挡，现有地面检测能满足性能要求的情况下可以先不考虑更新。

目前地面检测方案时延偏大，对Parsing的依赖也较大，可以作为专项优化，后续可考虑的方案：

- 1. Gaussian-process-based Real-time Ground Segmentation for Autonomous Land Vehicles [2]
- 2. Patchwork [3] /Patchwork++ [4]

3.2.4 静态遮挡模块设计

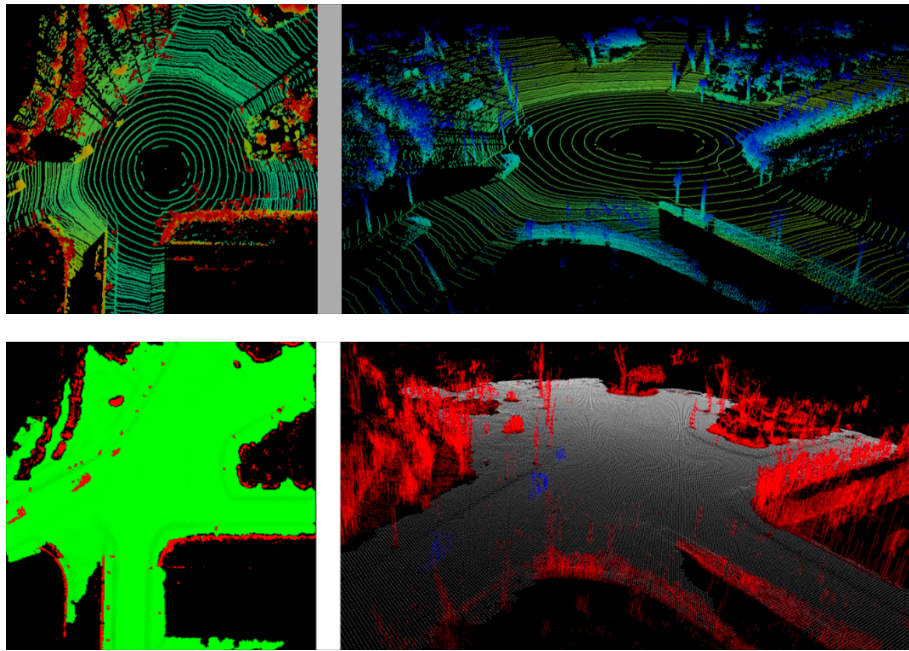


2D格网状态定义：

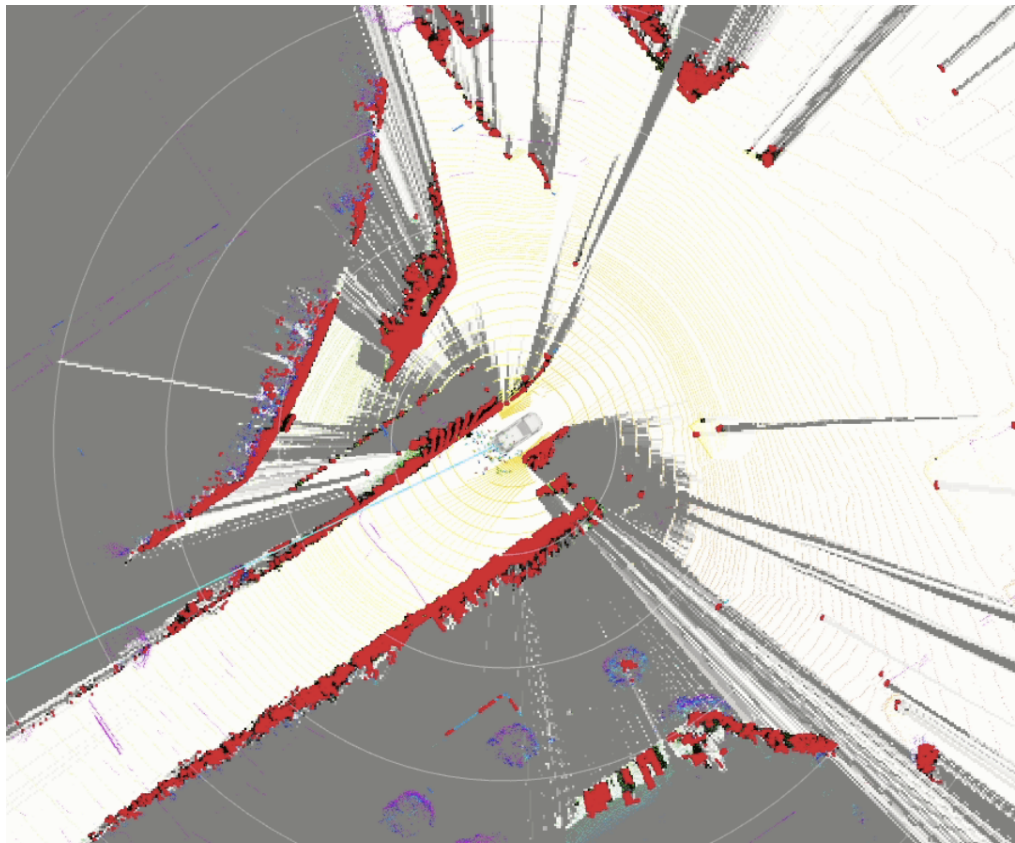
- FREE_SPACE: 可通行区域

- OBSTACLE：障碍物
- OCCLUSION：遮挡区域

预期结果：



- 绿色： freespace
- 红色： 障碍物
- 黑色： 遮挡区域



- 白色： freespace

红色：障碍物

灰色：遮挡区域

进一步优化方向：

- 对空洞格网的处理，如，基于BGK inference优化
- 考虑从freespace中根据地面法向量的分布提取路沿信息，给下游提供更丰富的障碍物信息
- 地面高度估计加入时序融合模块，得到更加稠密的地面高程分布

3.3 风险分析

1. AT128安装高度偏低，有可能造成可视范围变小，遮挡区域过大
2. 地面检测模块精度预期能有提高，时延需要在orin上实测
3. 基于时序的融合对快速动态障碍物的处理，可能出现拖尾现象
4. 简化基于全部3D voxel的voxeltraversal->基于离散点的ray tracing对速度预期有提高，但精度可能有影响
5. 输出polygon是否满足PNC需求待讨论

参考

[1] H. Xue et al., "LiDAR-based Drivable Region Detection for Autonomous Driving," 2021 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 2021, pp. 1110-1116, doi: 10.1109/IROS51168.2021.9636289.

[2] T. Chen, B. Dai, R. Wang, and D. Liu, Gaussian-Process-Based RealTime Ground Segmentation for Autonomous Land Vehicles, Journal of Intelligent and Robotic Systems, vol. 76, no. 3-4, pp. 563-582, Dec. 2014.

[3] H. Lim, M. Oh and H. Myung, "Patchwork: Concentric Zone-Based Region-Wise Ground Segmentation With Ground Likelihood Estimation Using a 3D LiDAR Sensor," in IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 6, no. 4, pp. 6458-6465, Oct. 2021, doi: 10.1109/LRA.2021.3093009.

[4] Patchwork++: Fast and Robust Ground Segmentation Solving Partial Under-Segmentation Using 3D Point Cloud, arxiv 2022

