

cartographer探秘第三章之对比实验

原创

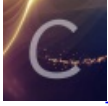
李太白x 于 2019-06-20 10:02:43 发布 4134 收藏 39

分类专栏: [cartographer](#)

版权声明: 本文为博主原创文章, 遵循 [CC 4.0 BY-SA](#) 版权协议, 转载请附上原文出处链接和本声明。

本文链接: <https://blog.csdn.net/tiancaix/article/details/92959451>

版权



[cartographer](#) 专栏收录该内容

20 篇文章 42 订阅

订阅专栏

第一步 雷达型号

本节将对4种雷达进行室外环境下的对比建图实验, 并进行地图分析, 最终给出每种雷达的最优参数。

4种雷达分别为:

1 倍加福的二维激光雷达-R2000 (型号貌似只有一种):

在10Hz频率下角分辨率能达到0.042度, 频率越高角分辨率越大。当出点数太多时carto会出现drop points 的情况, 如下实验是在25Hz的最大出点数的情况下进行的, 也就是25Hz允许的最小角分辨率。跑carto雷达的频率最好是35-40Hz之间, 这个频率caro不出现drop points的出点数还需再进行试验。雷达最远范围大致为30m。

2 velodyne的VLP-16:

16线雷达, 18.08Hz, 每秒点数为30万; 逆时针旋转, Y轴向前, X轴向右; 电机RPM可以为300,600,900,1200, 对应的角分辨率分别为0.1,0.2,0.3,0.4度。最远大致为130m。

需要用VLP-16分别进行二维与三维的建图实验。

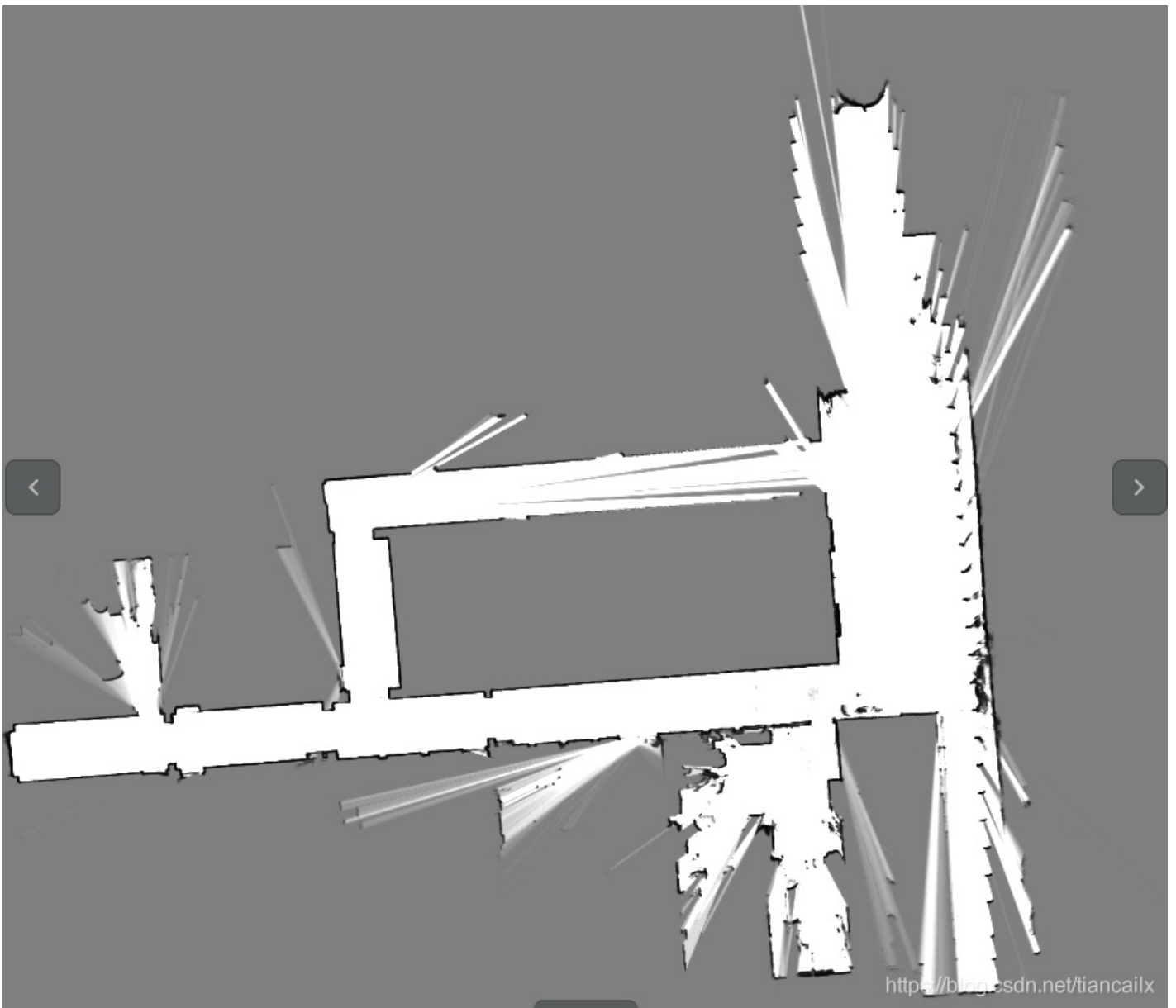
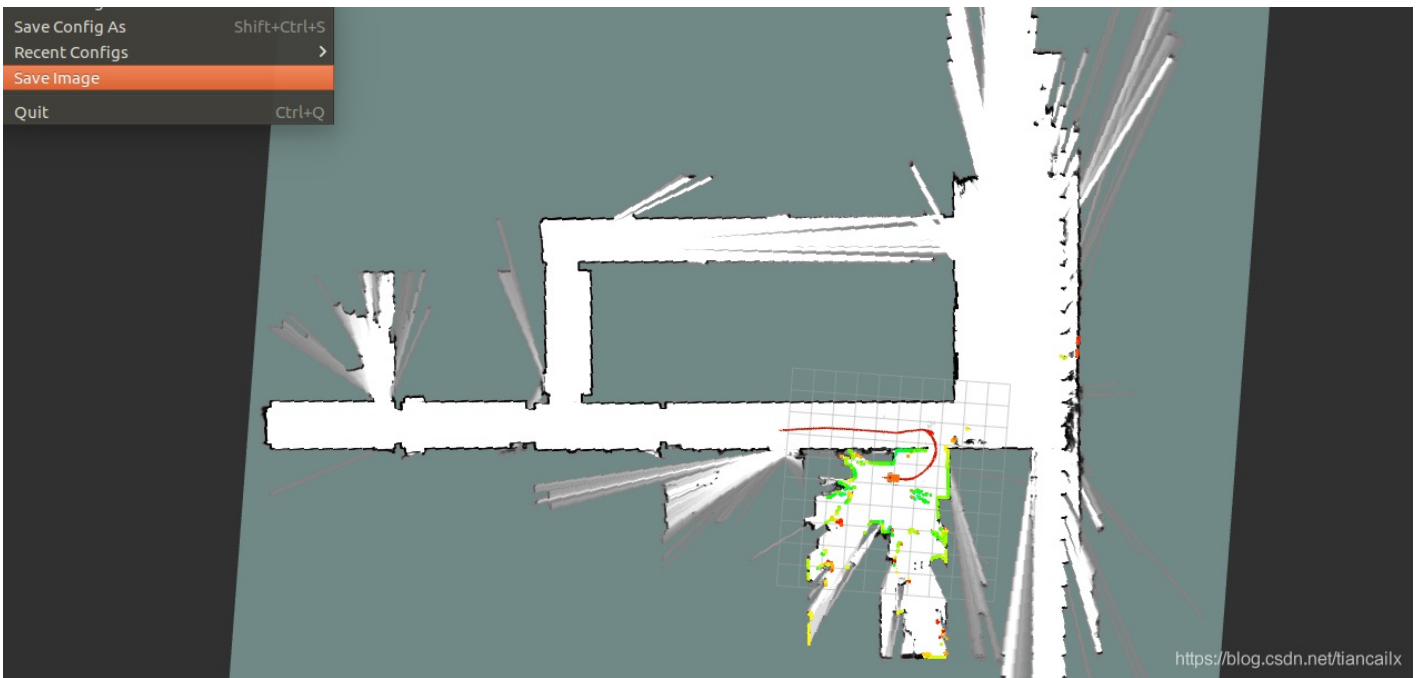
3 hokuyo:

4 sick:

第二步 实验结果对比

1 倍加福雷达-2D-室内:

1.1 只用倍加福雷达, 雷达频率25hz, 打开online这个参数, 其余默认。



1.2 倍加福雷达25hz+9轴imu，没开online

雷达最远范围设置为15米（因为距离远了偏差一点角度，最远处的偏差就很明显）。

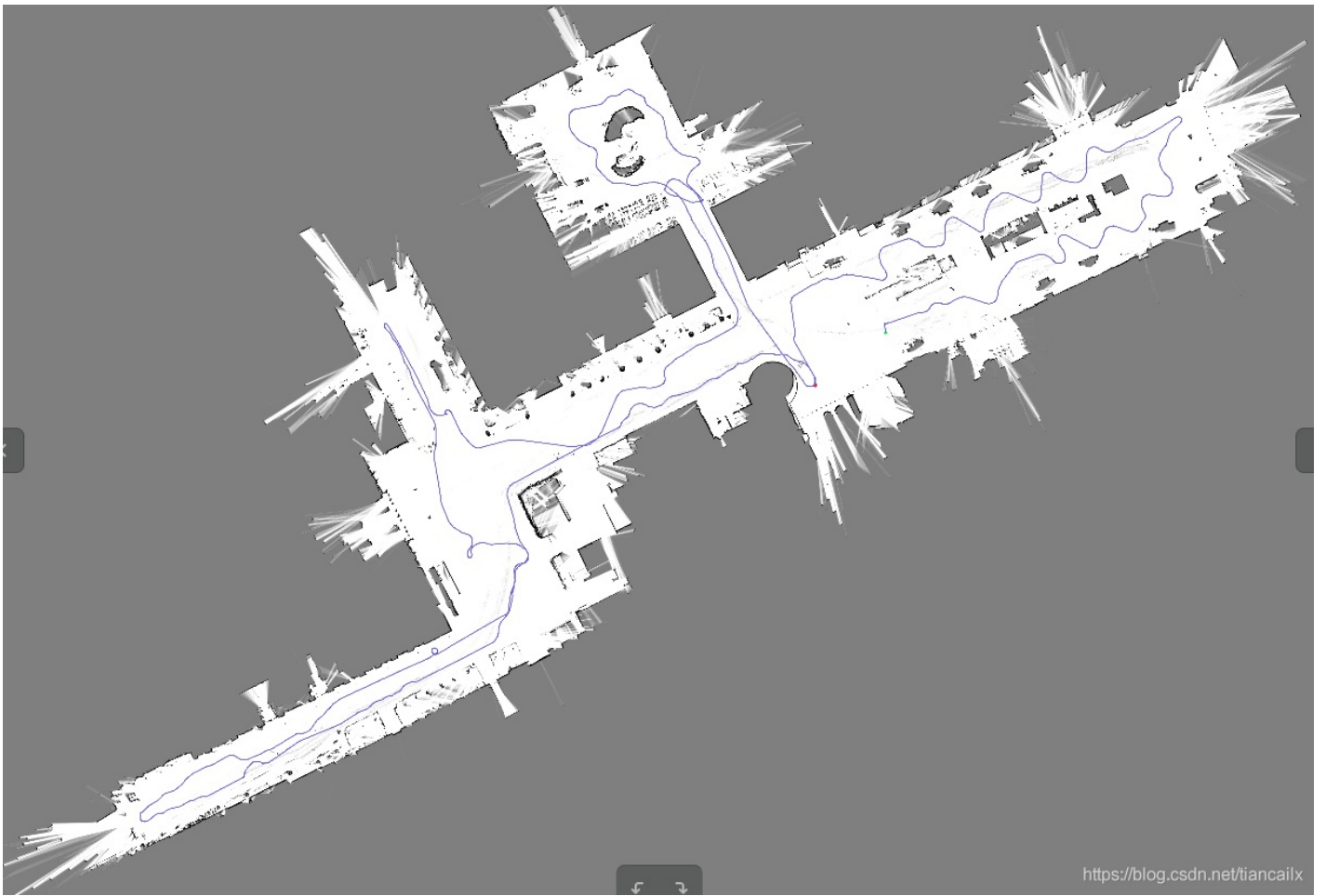
经过调参之后的建图效果（使用默认参数建不成地图）：



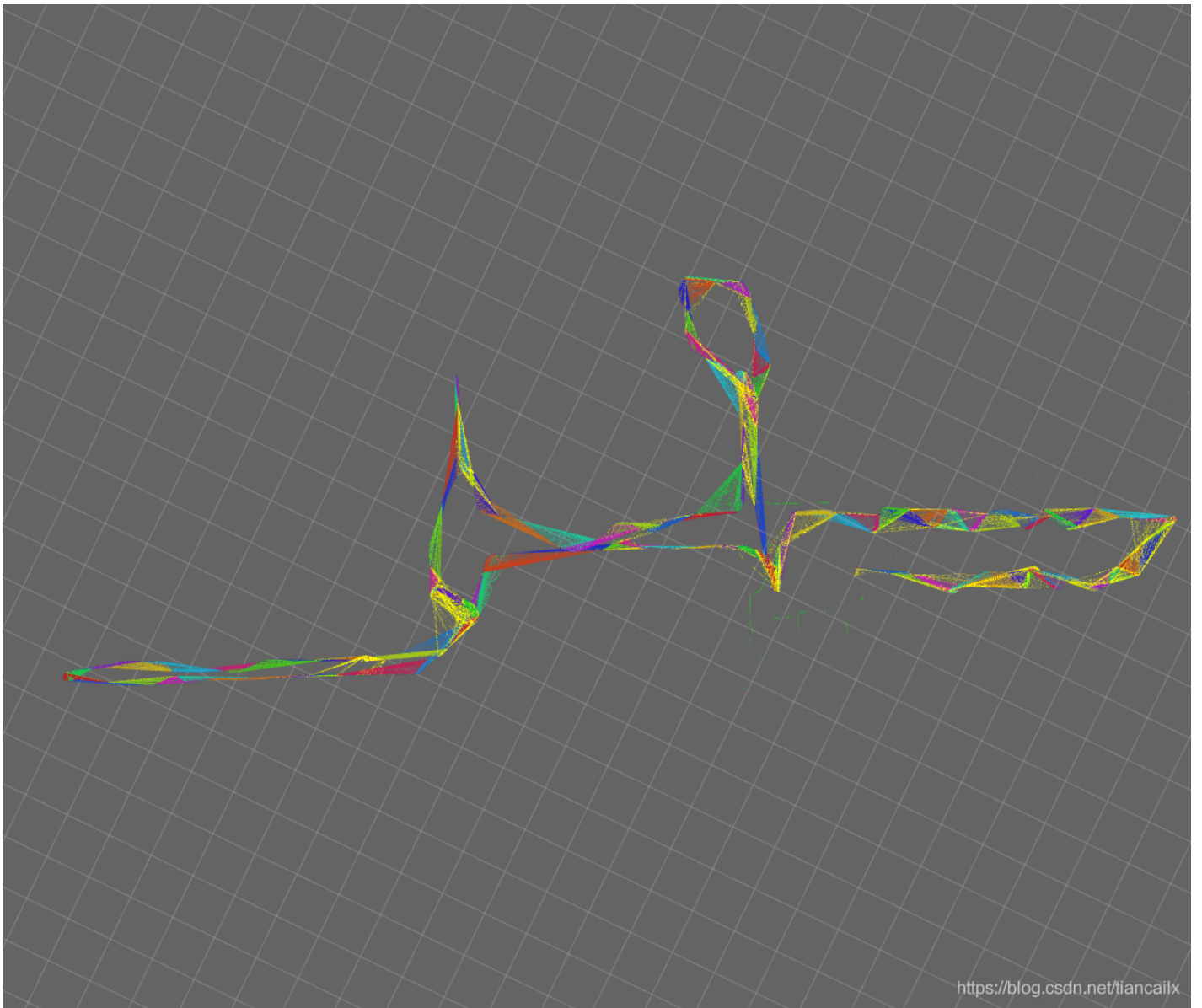
2 倍加福雷达-2D-室外：

2.1 25hz雷达+online

下图中绿点是起始点，红点是终止点，可以看到，图中的圆弧部分产生了偏移，并且非常明显。后来找原因是由于闭环没有闭环上导致的。



下图为carto中的约束的显示，中间部分相距10米左右的部分并没有检测出来闭环约束，导致了建图的偏差很大。



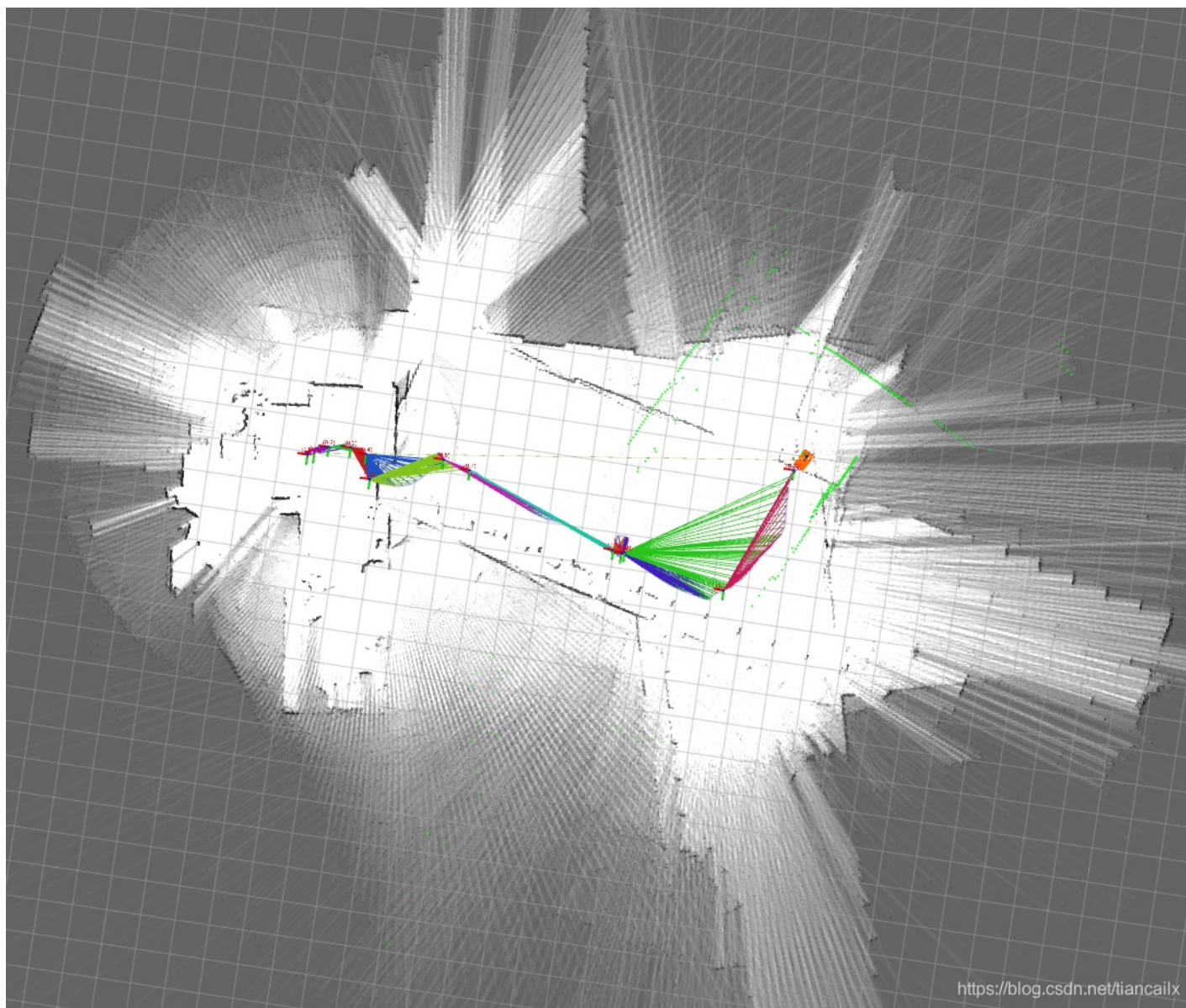
所以，第二次又进行实验，这次控制机器人回到起始点，以让他能够找到闭环。可以看到，圆弧部分的偏差很小，成功的添加了闭环约束并进行了累计误差的消除。同时，也可以得到，carto的后端优化不能很好的消除累计误差，主要是靠闭环约束来消除累计误差的。



3 vlp16-室内-2D

3.1 imu猜测

室内环境下进行建图，实验了半个月始终建不成图，困扰了很久。什么叫建不成图呢，结果如下图所示：



这是在配置了使用imu的时候才出现这种情况。如果是laser+online，或者是laser+odom，都不会出现这种情况。所以基本可以确定是imu的原因，但具体是什么就不知道了。

那原因是什么呢？探索了很久。。。很久。。。得有半个月吧。这期间实验了carto的各种调参，各种录制数据包，都是不行。

原因猜测1:

加速度太大，导致imu数据不好。结果录制了全程慢速的数据包，还是会飘。。。

原因猜测2:

urdf的问题。由于我用的是9轴的Imu，型号如下，但是我实际放置imu的位置和urdf的位置不一致。在carto的github的issue中官方人员说这种强烈的旋转是由于urdf不对导致的。之后我又把urdf调整正确，发现效果确实好很多，但是还是会在某一时刻发生莫名的旋转导致图重叠。所以这个原因也不能解决我的问题。



原因猜测3:

carto的github的issue中遇到差不多问题的人提供了一种解决方案，就是将 imu的角速度中的x,y 设置为0，他说他imu不准，这样只用z轴的角速度。我自己试了，还是不行。。。

这没啥办法了。。。换一个Imu试试，由于carto需要角速度和线速度，实验室还有一个4轴的Imu,数据量不够所以一直不愿意用。。。而且9轴的频率可以设置为200hz，最好400hz。4轴的这个最高只有100hz。为了让大家少走弯路所以我将具体型号放出来了。换上了这个imu之后发现数据非常稳定，一点也不漂，就是在突然停车时点云会冲出去一下，不能瞬间停住，但是caro会将他修回来，不会影响建图效果。



真实原因(补充):

经过对4轴和9轴的imu进行对比测试，发现9轴imu的数据准确度确实没有4轴imu高，但是也没有差很多。后来经过对lua文件进行调参，发现imu并不是影响地图强烈旋转的主要因素。

主要因素是ceres的平移和旋转的权重没有进行重新配置，当时使用的是默认的权重参数。

3.2 使用默认参数 建图效果如下：

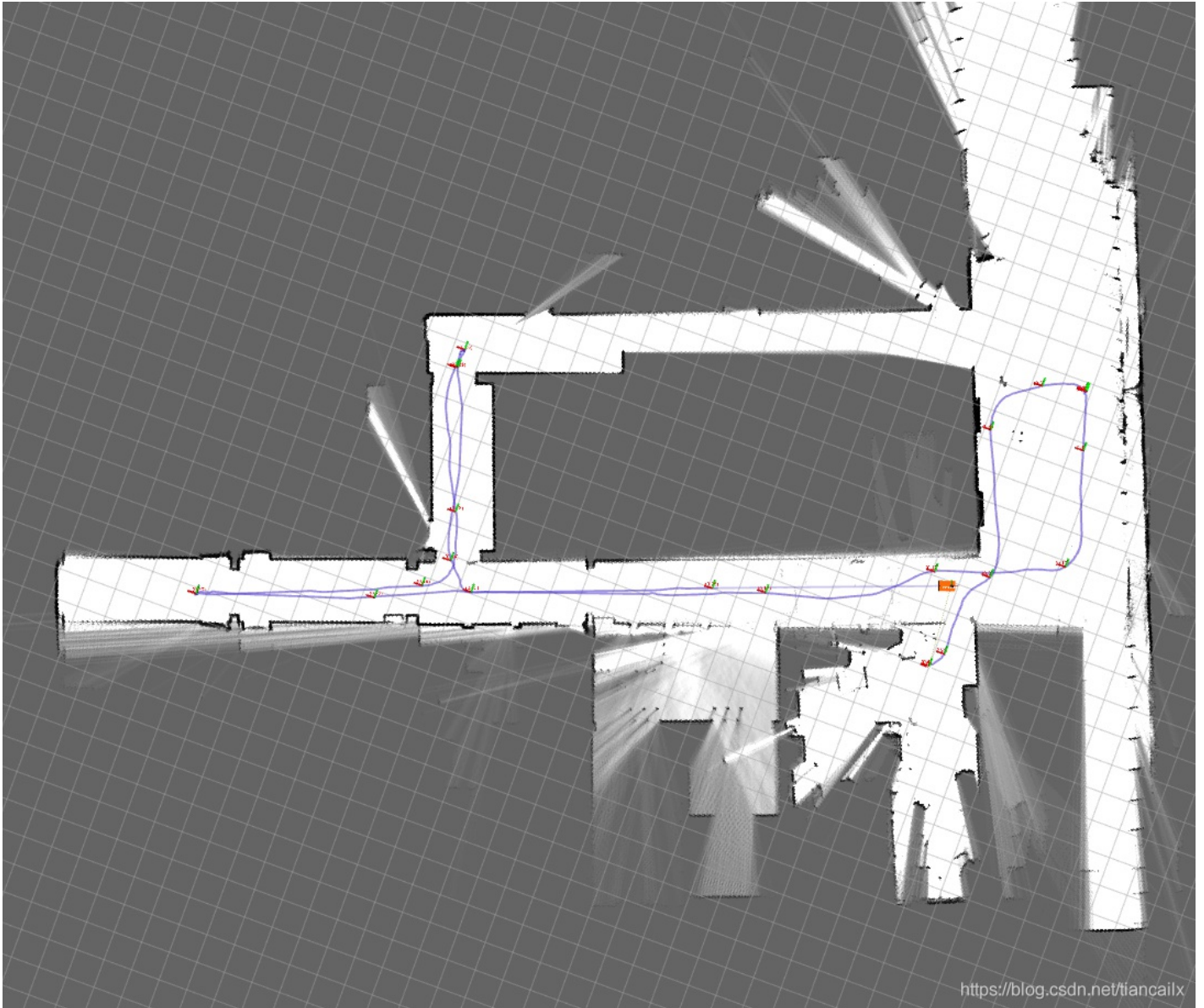
参数配置为 laser(20hz)+imu,

submap.num_range_data=60,

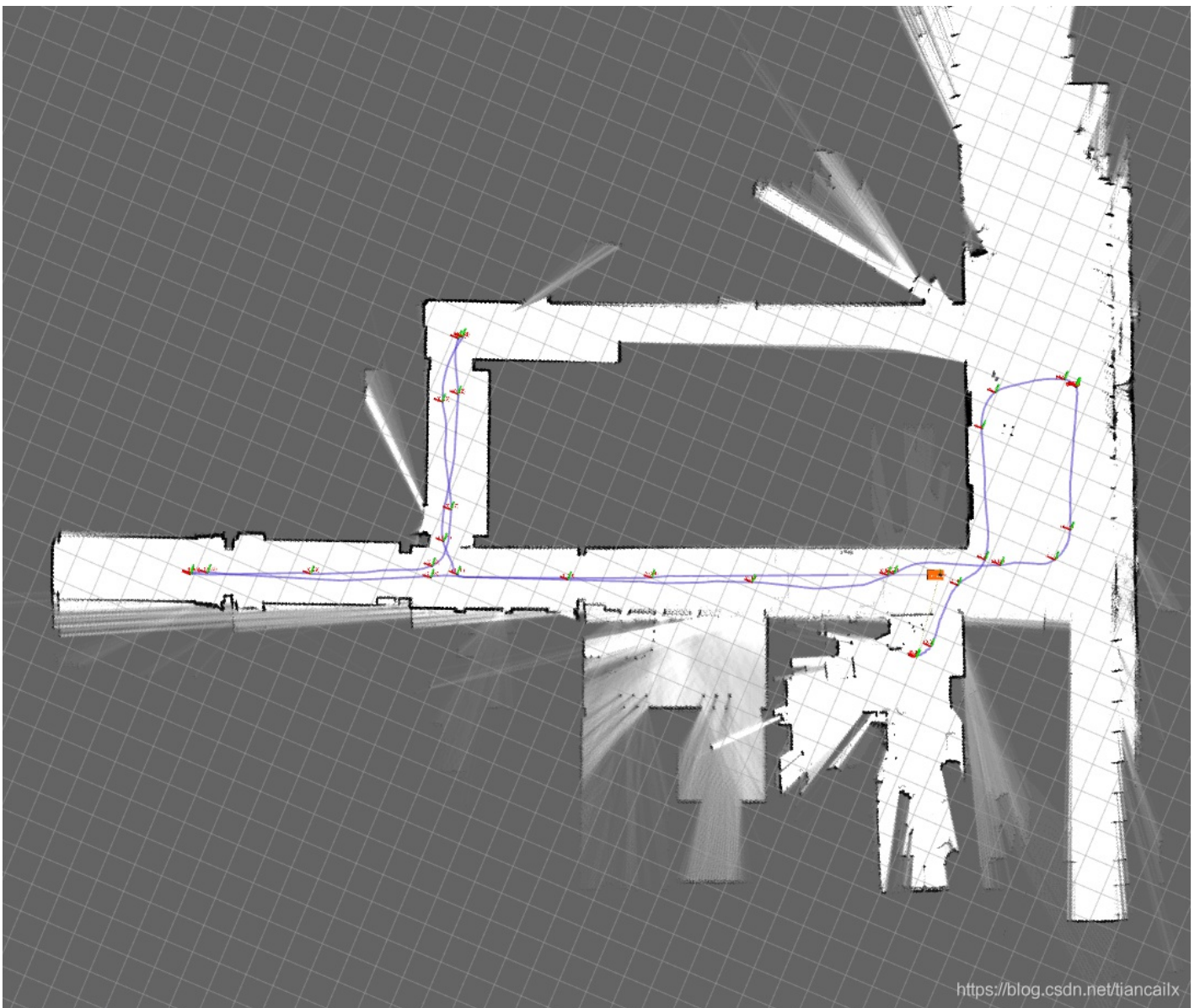
num_accumulated_range_data = 2 (velodyne在20hz时只能输出一半的点云，所以这个参数设置为2,2帧scan为一个完整的点云)

(注：velodyne 在20hz下可以输出360度范围的点云，当时只改了launch里的电机转速为1200，没进雷达的配置网页里改rpm。)

POSE_GRAPH.optimize_every_n_nodes = 60. 没开online的结果如下：



开了online，并把submap.num_range_data=40（因为发现地图的偏移比较大）。结果如下：

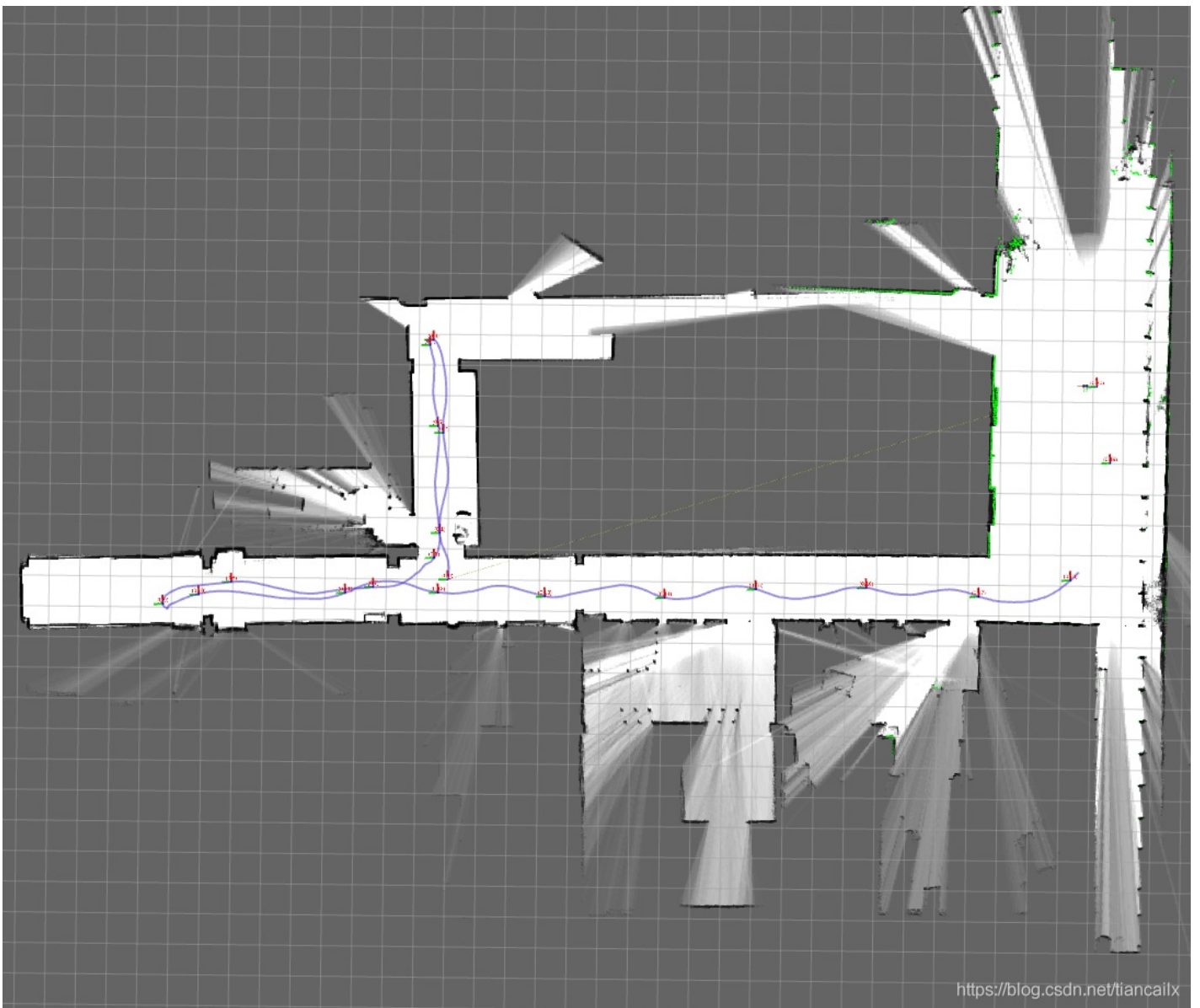


好吧，开与不开感觉没啥区别。。。github的issue中官方人员说，在urdf不准时只用laser+online 依然可以很好的建图。urdf和imu准了online的效果就一般了???

虽然稍微有点偏，但是终于建成图了，还是很开心的。同时，在调参时发现，室内场景下，当雷达的范围为100米时，建图时只要稍微偏了一度，那这个100米的边就偏出去很大，所以可以得知，并不是雷达的范围越远越好。而且，velodyne的频率为10hz,在20hz时只有一半的点云，而carto的扫描匹配 是对雷达的频率 依赖比较高的。因为只有频率越高，2帧间的时间越短，误差才能越小。所以20hz的频率的累积误差是很大的，室内环境下都会发生较明显的偏移。

caro的demo的数据包的雷达频率不知道怎么写的驱动，雷达的频率能达到1500hz，每一帧数据只有大概10度的点云，可能是这样数据处理起来比较省资源???

3.3 经过调参之后的效果：



图的质量总是上不去，每次旋转都会有偏差，虽然后端优化能够修正一下但不会完全消除误差。

大致猜测是由于雷达频率的问题，20hz的点云只有一半，就相当于10hz的雷达数据，频率太低导致预测的偏差很大，难以修正回来。之前使用倍加福雷达在30hz时这样的旋转偏差就很微小。

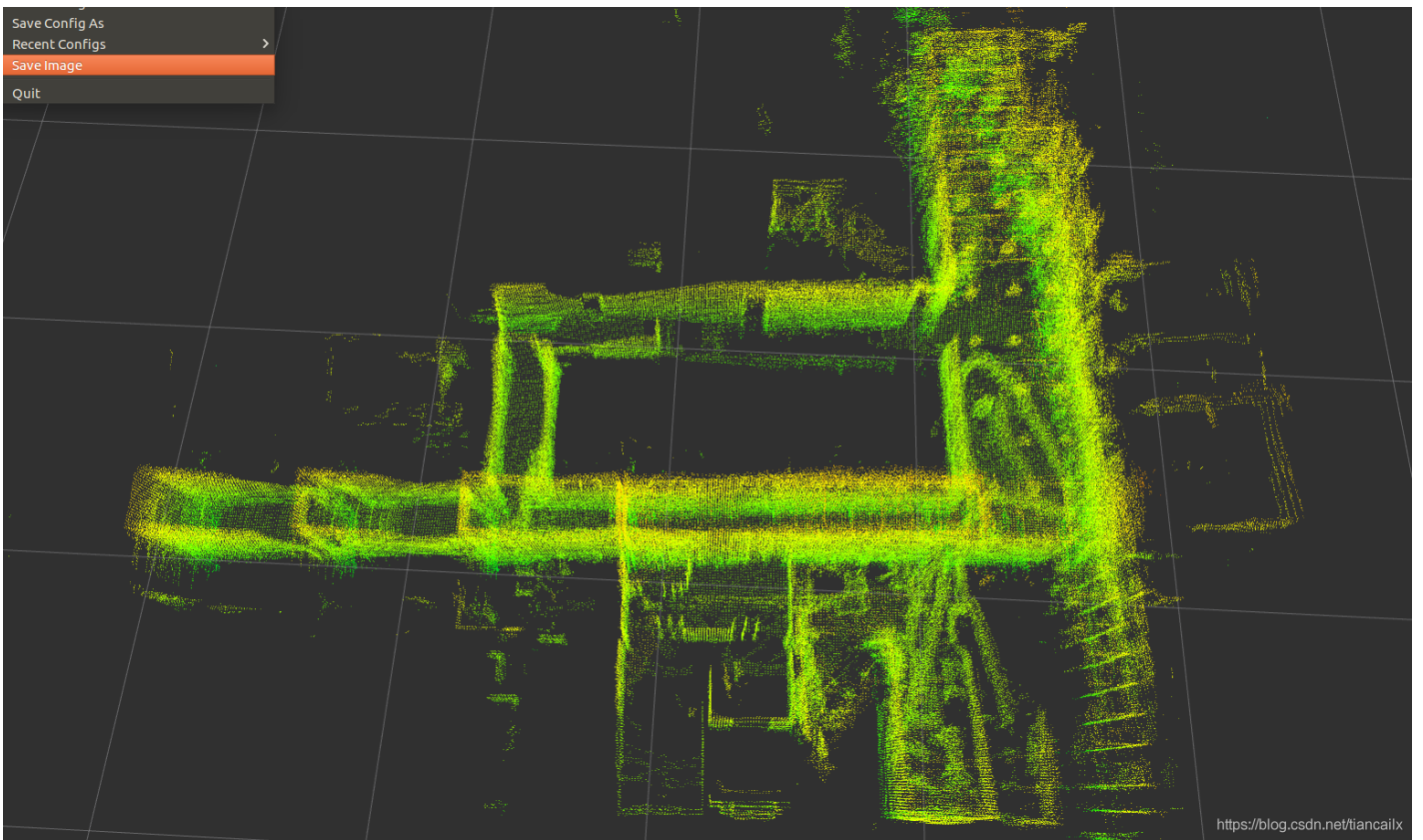
不管怎么调参，在旋转时机器人位姿都会向当前朝向的右侧偏，还不知道原因，还有待深入发掘实验。

4 vlp16-室内-3D

还是用的20hz的velodyne，4轴的imu，`submap.num_range_data=90`，`POSE_GRAPH.optimize_every_n_nodes = 90`

一次成图，实验了将 `POSE_GRAPH.optimize_every_n_nodes = 0`，即不进行后端优化，发现建图效果依然很好，从房间里走出去，在走廊转一圈回到房间时点云依然能房间匹配上。

点云图如下：



4.1 如何生成点云：

使用asset，具体说明https://google-cartographer-ros.readthedocs.io/en/latest/assets_writer.html

voxel_filter_and_remove_moving_objects 这个配置可以去处移动的物体。这个配置文件读取pbstream，和bag，可以生成ply和pcd 两种类型的点云。还可以生成点云的图片的3视图图片，透视效果。

```

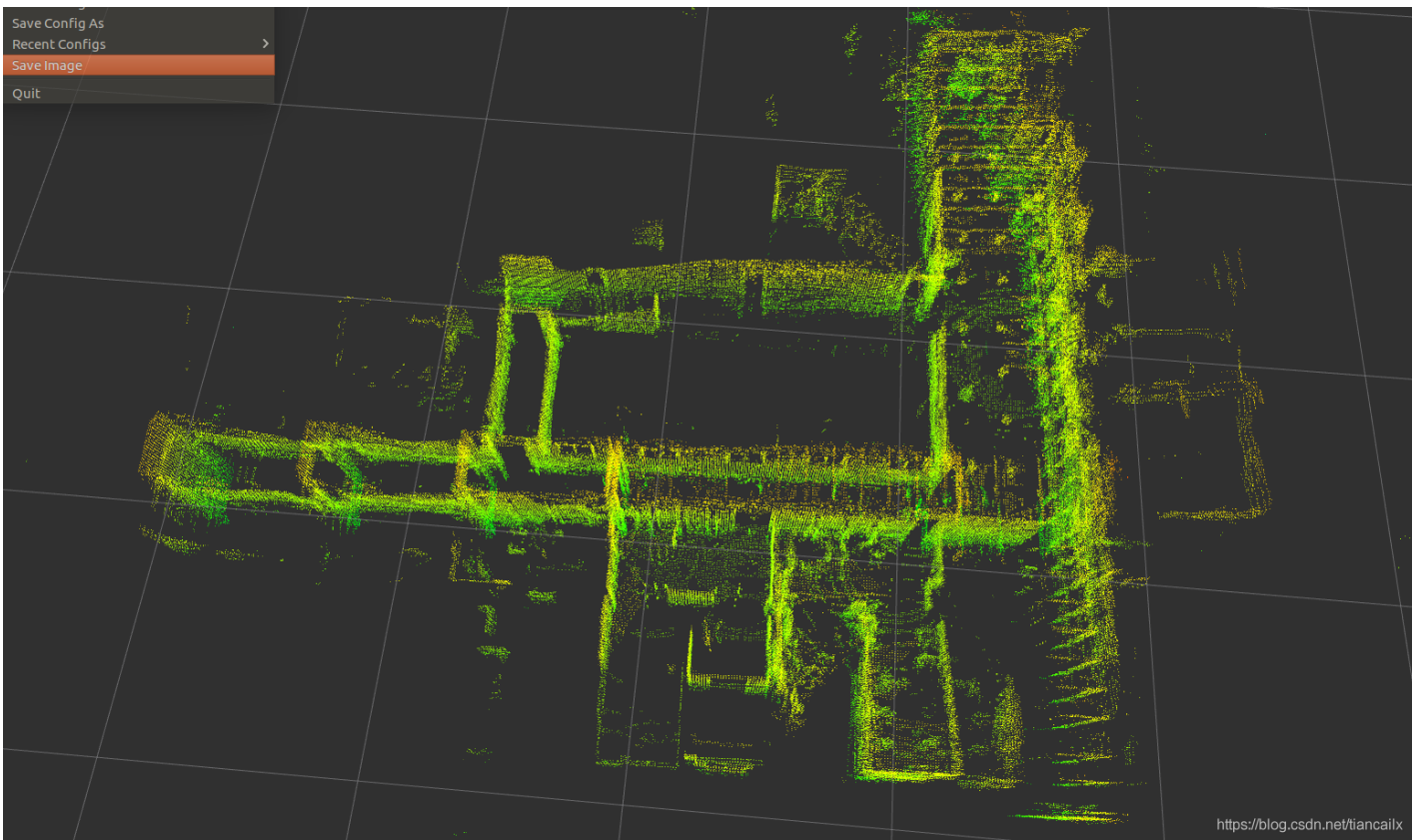
--assets_writer_vlp16_3d.lua

VOXEL_SIZE = 5e-2
include "transform.lua"

options = {
  tracking_frame = "footprint",
  pipeline = {
    {
      action = "min_max_range_filter",
      min_range = 0.2,
      max_range = 100.,
    },
    {
      action = "voxel_filter_and_remove_moving_objects",
      voxel_size = 0.1,
    },
    {
      action = "dump_num_points",
    },
    {
      action = "intensity_to_color",
      min_intensity = 0.,
      max_intensity = 4095.,
    },
    -- We also write a PLY file at this stage, because gray points look good.
    -- The points in the PLY can be visualized using
    -- https://github.com/googlecartographer/point_cloud_viewer.
    -- {
    --   action = "write_ply",
    --   filename = "points.ply",
    -- },
    {
      action = "write_pcd",
      filename = "b3-2imu-backend+offline.pcd",
    },
    {
      action = "write_xray_image",
      voxel_size = VOXEL_SIZE,
      filename = "xray_xy_all_intensity",
      transform = XY_TRANSFORM,
    },
  }
}
return options

```

第一个点云地图是没加voxel_filter_and_remove_moving_objects的效果，下图是加了voxel_filter_and_remove_moving_objects之后的结果，发现点云图确实干净了一些，但是它也把地面删去了不少。



4.2 如何看点云：

谷歌的文档说可以通过 [point_cloud_viewer](#) or [meshlab](#) 看 ply的点云。[point_cloud_viewer](#) 的安装可以参考如下链接：

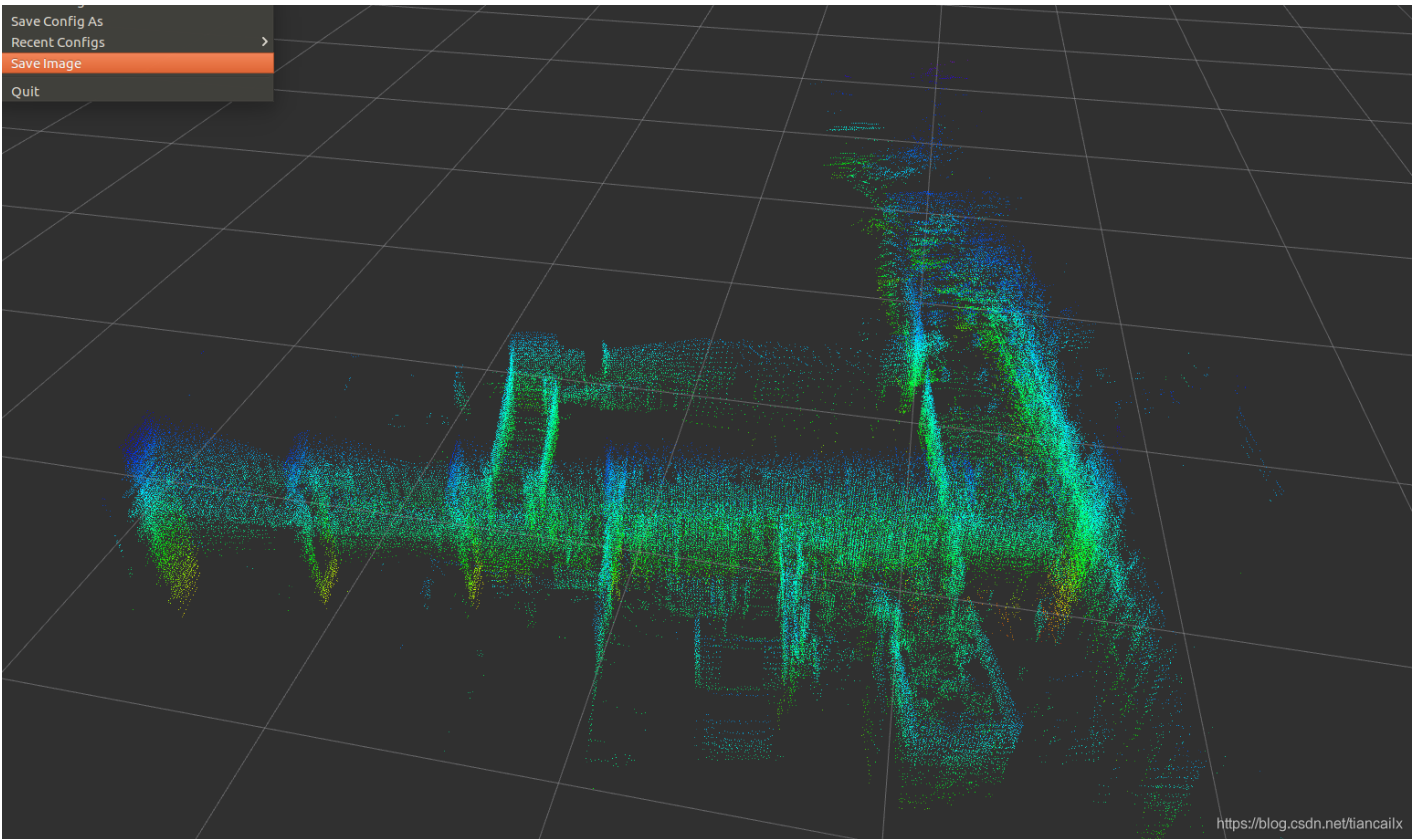
<https://blog.csdn.net/chongzi865458/article/details/84137531>

我根据这个安装了一下，安装过程特别繁琐。。。装完了之后发现是全黑屏，以为没打开，结果是太黑了。。。我真是醉了，一直按8调亮亮度，发现了点云，结果动起来特别卡，旋转操作也没太清楚，一卡一卡的根本调整不到好视角，可能是由于我工控机的显卡驱动没装的原因。

也装了meshlab。。。没找到能打开的文件。。。不懂这个。

我是用[hdl_localization](#)看的点云图，他能加载pcd的点云。

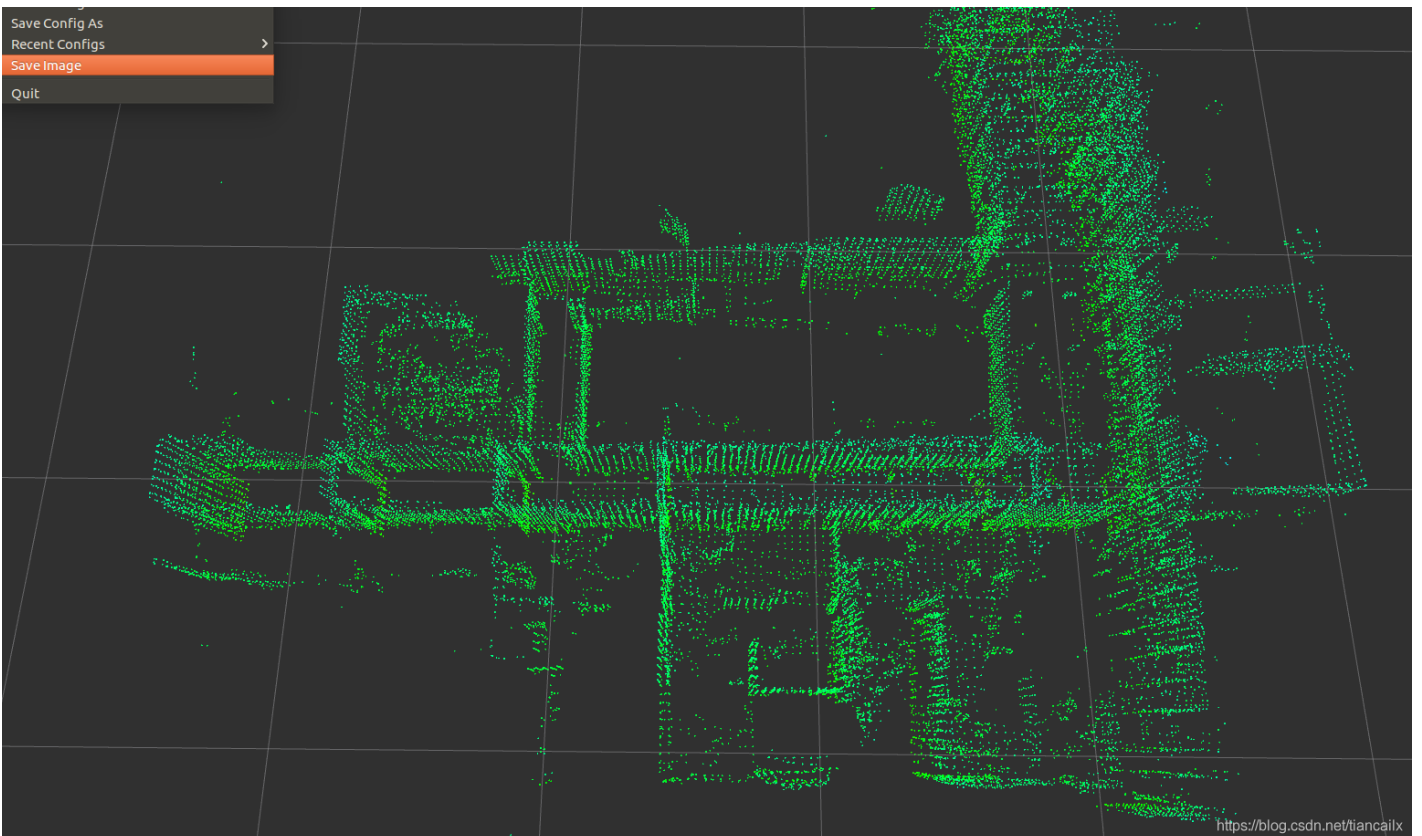
下图是我用9轴的Imu和20hz的雷达 使用 [hdl_graph_slam](#) 建的点云图，这个slam能够时实的生成点云图，不像carto只能后期处理。大致一看效果还不错，但是发现他的地面翘起来了。



在配置hdl的时候出现了一个问题，就是机器人在不动的时候始终 向上 或者 向下 跳动，并且一下向下。后来发现是launch配置雷达高度的问题，hdl根据雷达高度检测地面，而地面对于hdl是一个很强的约束，后来把高度调对了就好了很多。

4.3 调参之后的效果

vlp+9轴imu，没开online，参数大致调了调，没太细调，还是有点偏差的。由于我对点云还不太了解，很难查看偏差的程度，只能通过肉眼观察偏差。

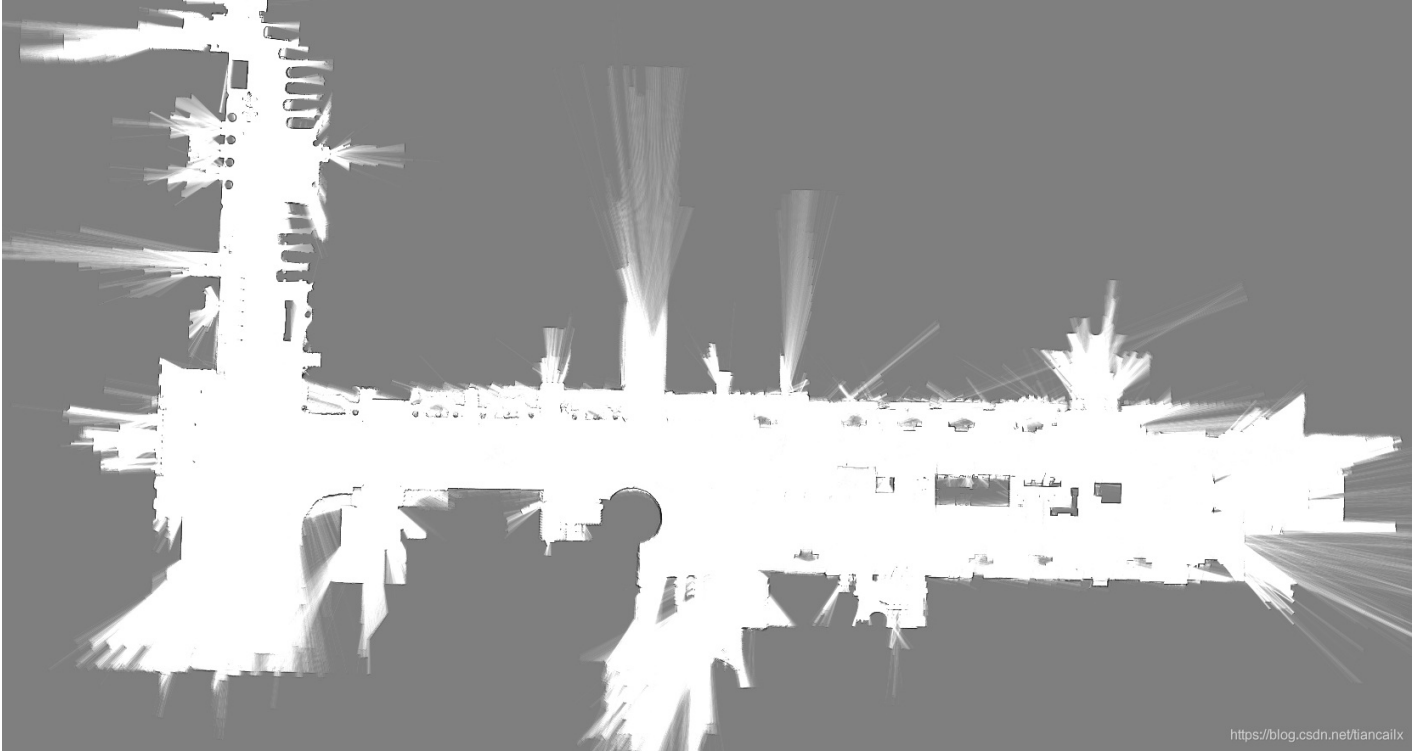


以为pstream单纯保存位姿，想着用3d的pstream文件生成二维的栅格地图，结果发现pstream文件中会将点云也保存下来，并不能用于生成二维地图。

5 vlp16-室外-2D

还是存在和室内一样的问题，在纯旋转时地图会偏移很大。

经过调参之后的地图：

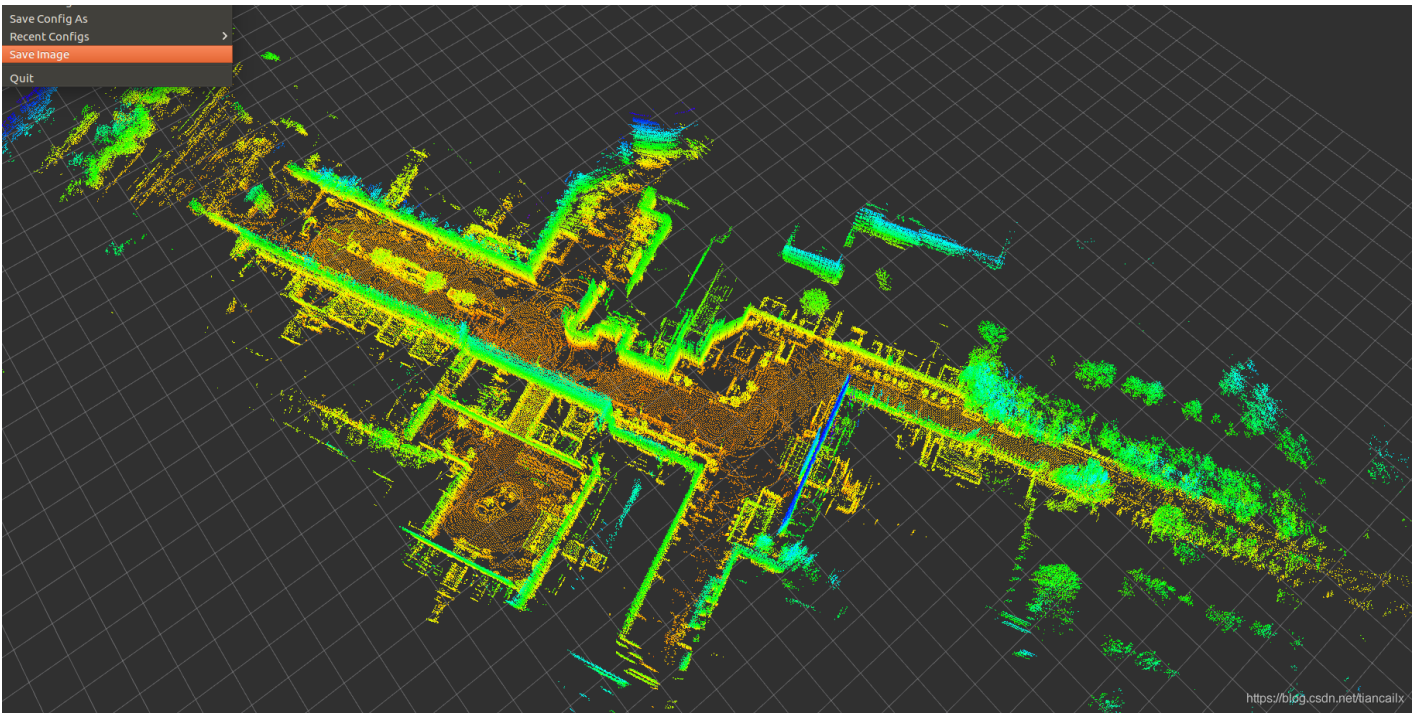


在走到尽头之后再回来之后的地图不能完全重叠，会产生偏移，因此这是走了一遍的结果。

在建图的过程中发现，雷达点的跳动达到10CM，因此地图的边为10cm，由于旋转导致的偏移能够到30cm。

6 vlp16-室外-3D

室外环境，使用vlp-16 20hz + 9轴imu。这9轴imu在后续的实验中发现imu数据本身问题不太大，只不过数据没有4轴的那个准。后来我将使用200hz的imu建成了室外环境的3d图。当然，我把imu的link改成正确的了，之前imu是随意贴的。



效果非常好，墙很直，误差也很小。跑的过程中的内存占用和cpu占用都不多。

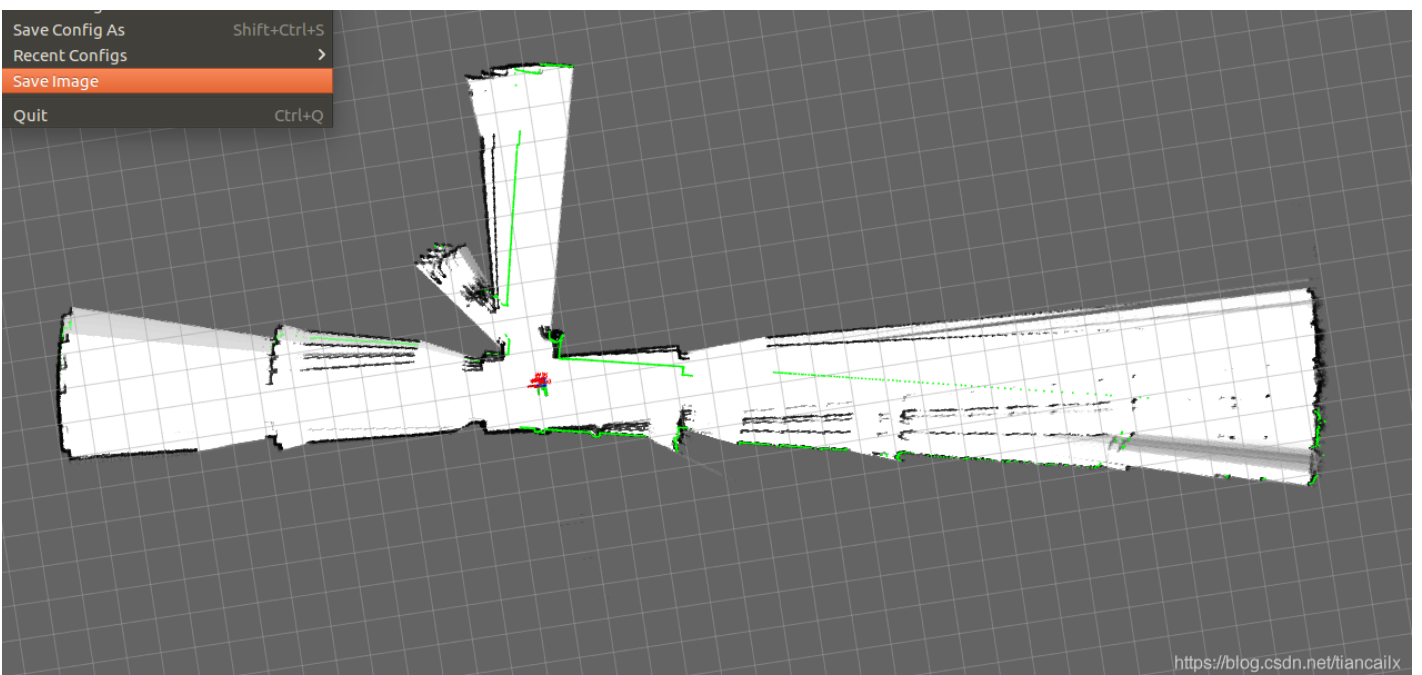
但是2d的内存占用非常高，跑5分钟就已经占7个G了，所以到现在为止vlp-16室外的二维图还没有做出来。不过有一点很奇怪，我用倍加福25hz跑室外时内存占用不高，用vlp16 20hz（可以看成10hz）时内存占用就很高。（原因为 submap大小的值设置的太小，室外环境下设置为40，太小，导致了内存占用过高）。

第三步 实验分析

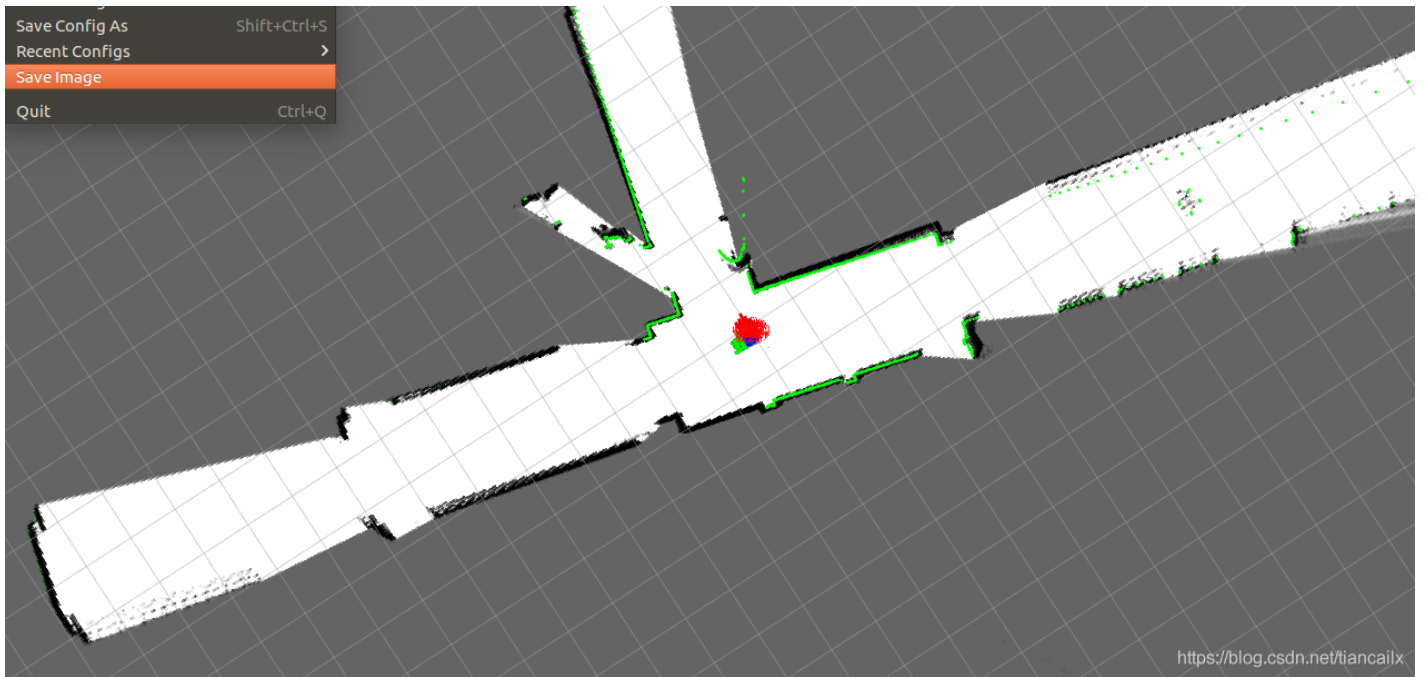
1 carto对雷达频率要求比较高

在纯旋转的状态下，分别用10hz, 20hz, 30hz +9轴imu 进行建图实验。

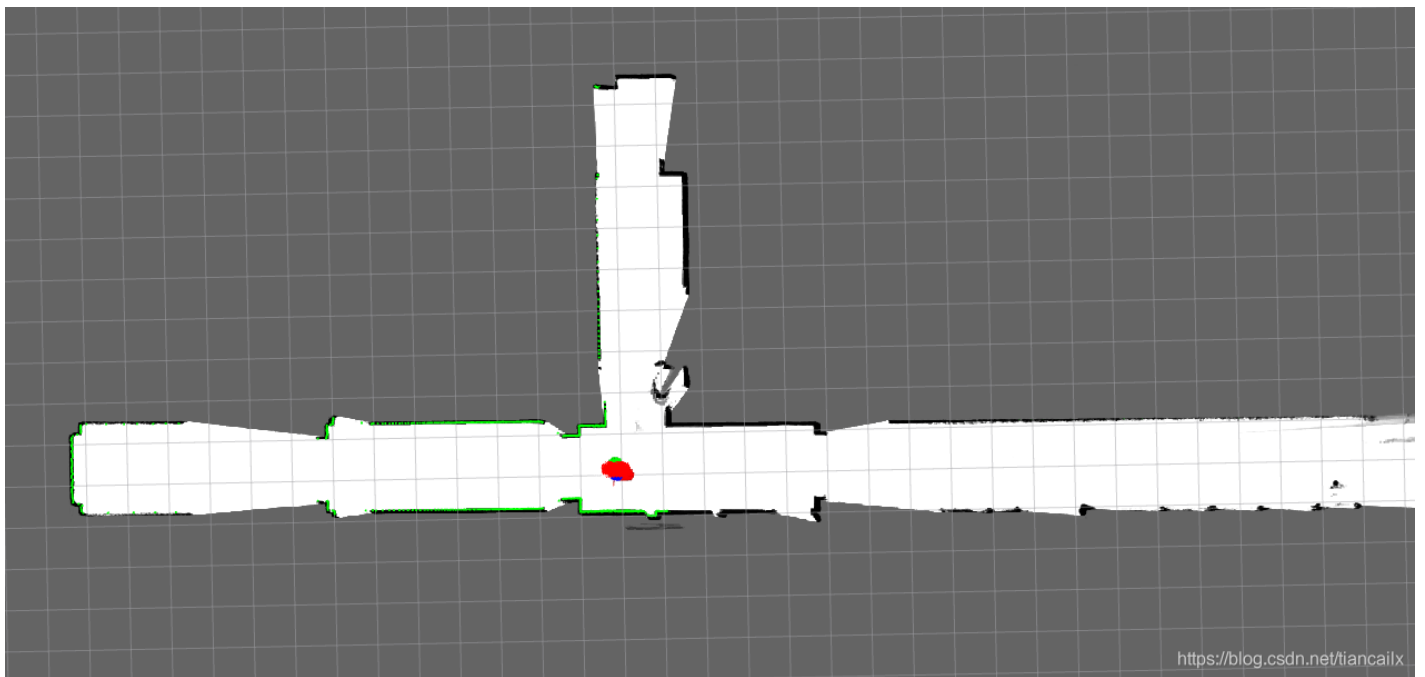
10hz情况下：



20hz情况下:



30hz情况下:



结果:

发现当频率达到30hz时, 做纯旋转运动时不会产生地图的偏移。

2 vlp16 20hz 时整体地图会向前进方向的右侧偏, 目前没找到原因。

3 vlp16 室外情况下, 地图的边为10cm, 旋转导致的偏移将偏差30cm, 并且在远处偏移更多。



[创作打卡挑战赛](#) >

[赢取流量/现金/CSDN周边激励大奖](#)