

及格要求

所给的代码框架是导航坐标系下的误差传播方程对应的框架，按照课件中的公式，将整个框架换成是本体坐标系下的误差传播方程对应的框架，然后针对性修改与量测量相关的代码。

代码修改说明

多态功能：为了方便调试代码，应用之前学的技能，参考 `gnss_ins_sim_filtering.cpp`，修改 `kitti_filtering.cpp`，加了在 `yaml` 文件中切换 `fusion_strategy` 的多态功能。

按照课件中的模型修改量测量为 `Pose`，`PoseVel` 对应的函数

速度观测依然放到观测量的最后，方便与代码中原来的快速转弯约束代码相融

在头文件中增加量测变量 `YPoseVelCons_`

修改 `Y`，`G` 和 `C` 的最后两行

`GPoseVelCons_` 在 `GPoseVel_` 的基础上，去掉倒数第三行的操作是分两次赋值

`CPoseVelCons_` 直接分两次赋值两个单位阵

不用处理专门加一个 `RPoseVelCons_`，直接用 `RPoseVel_` 就行，因为 `CPoseVelCons` 的函数去掉了一行，列数依然与 `CPoseVel_` 的列数一样

增加量测量类型 `KalmanFilter::MeasurementType::POSE_VEL_CONS`

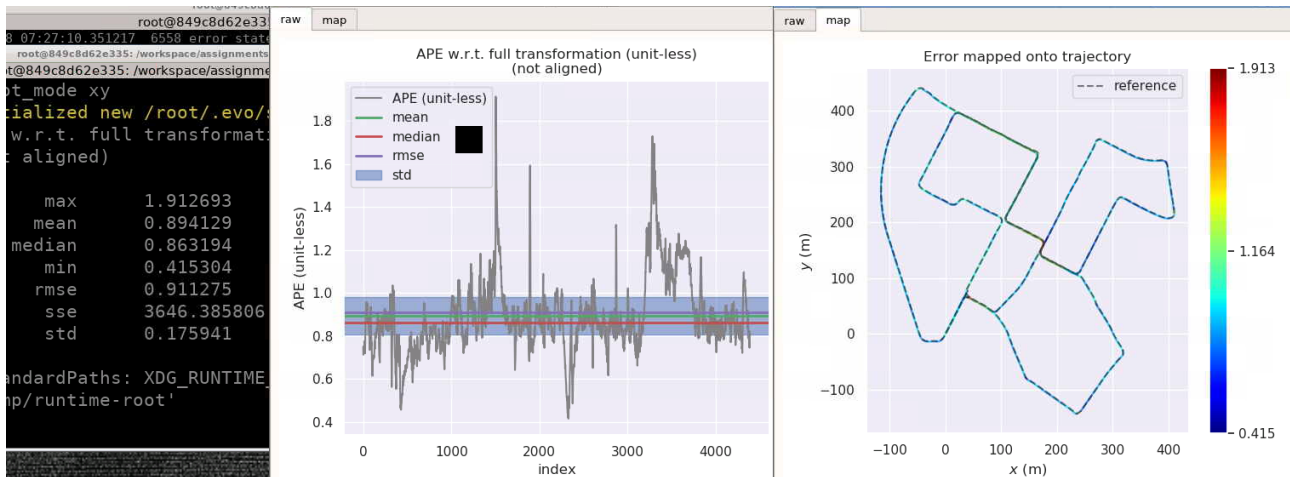
仿真结果

这里只给出仿真结果，不进行精度评价和分析，关于速度精度的分析见良好要求部分。

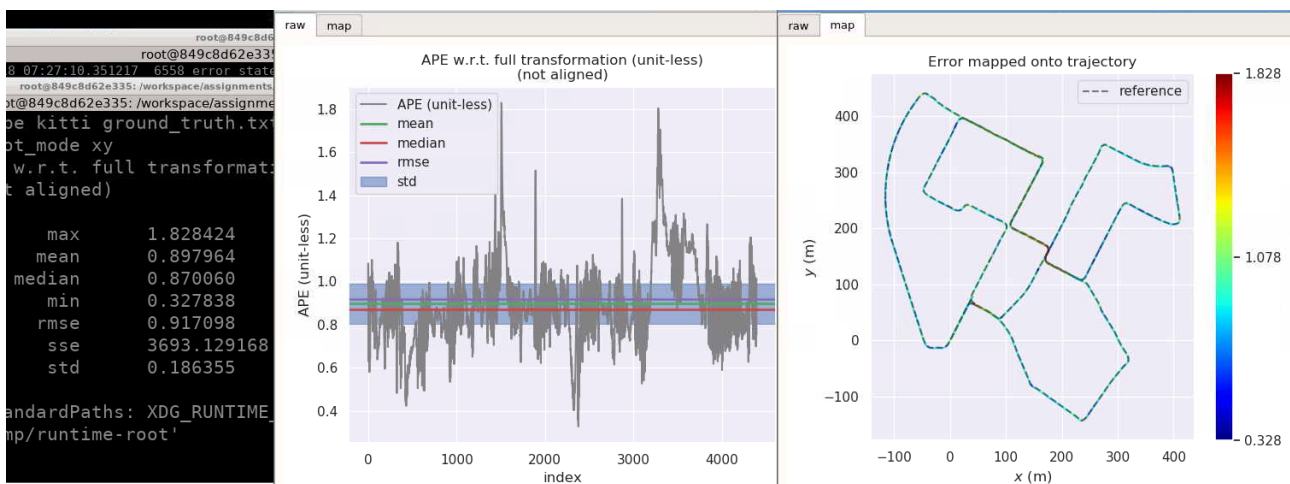
量测量为 POSE，不加运动约束

对应的函数为：`ErrorStateKalmanFilter::CorrectErrorEstimationPose`。

laser:



fused:

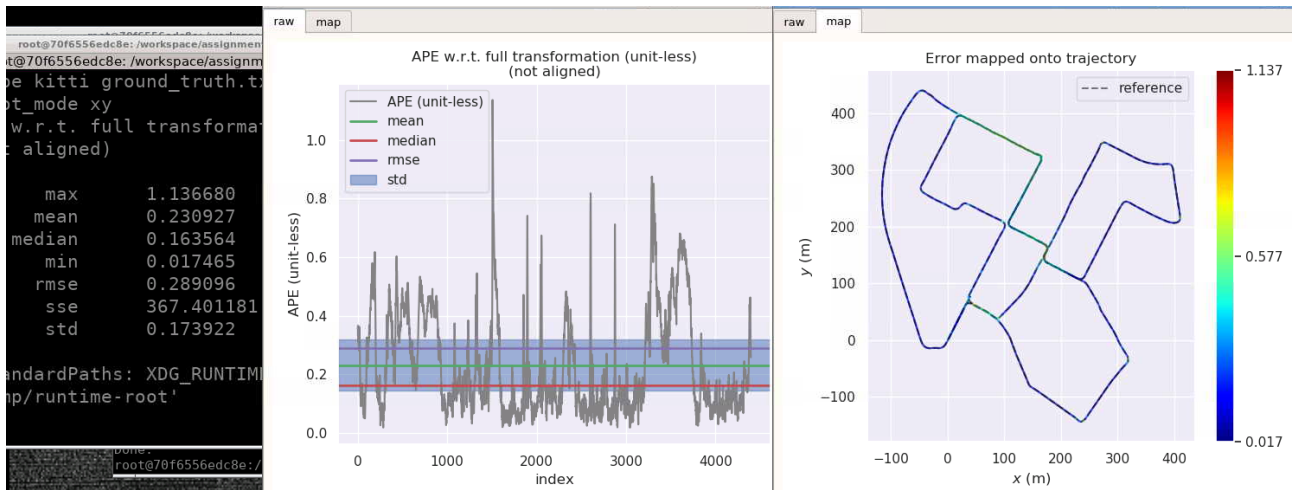


量测量为 POSE+VEL，加入运动约束

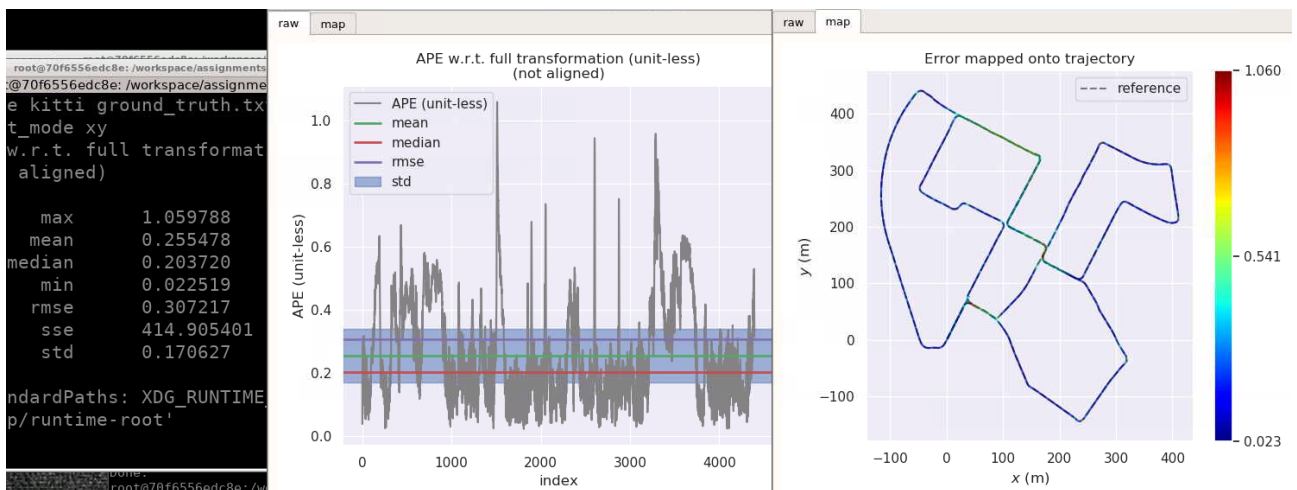
对应的函数为：ErrorStateKalmanFilter::CorrectErrorEstimationPoseVelCons。

基础函数为：ErrorStateKalmanFilter::CorrectErrorEstimationPoseVel

laser:



fused:



良好要求

思路

需要得到融合后本体系下的速度和 gnss 数据中本体系下的速度，gnss 中的速度就在本体系下，融合后的速度在导航系下，用 gnss 中的姿态信息将融合后的速度转换到本体系下。

以 KITTIFilteringFlow::UpdateOdometry 和 KITTIFilteringFlow::SaveOdometry 为线索，梳理清楚数据的时间戳对齐方式。

代码修改说明

在 kitti_filtering_flow.hpp 和 kitti_filtering_flow.cpp 中添加必要的函数。

参照结构体 trajectory，新建结构体 velocity_n，用于存储融合后的在导航坐标系下的速度，保存文件时再转换到本体系下。

在 KITTIFilteringFlow::UpdateOdometry 中参照 trajectory 对 velocity_n 加入数据。

参考 KITTIFilteringFlow::SavePose 新建 KITTIFilteringFlow::SaveVel，用于将速度数据写入.txt 文件。

在 KITTIFilteringFlow::SaveOdometry 中加入调用 KITTIFilteringFlow::SaveVel 的函数。

精度比较

利用及格要求部分增加的多态功能，在 fusion_strategy 分别为 pose 和 pose_velocity_constraint 情况下，保存生成的速度数据，之后用 python 处理，统计 Y 方向和 Z 方向误差的均值和方差，并画图。python 代码和数据在文件夹 doc/plot_velocity 中。

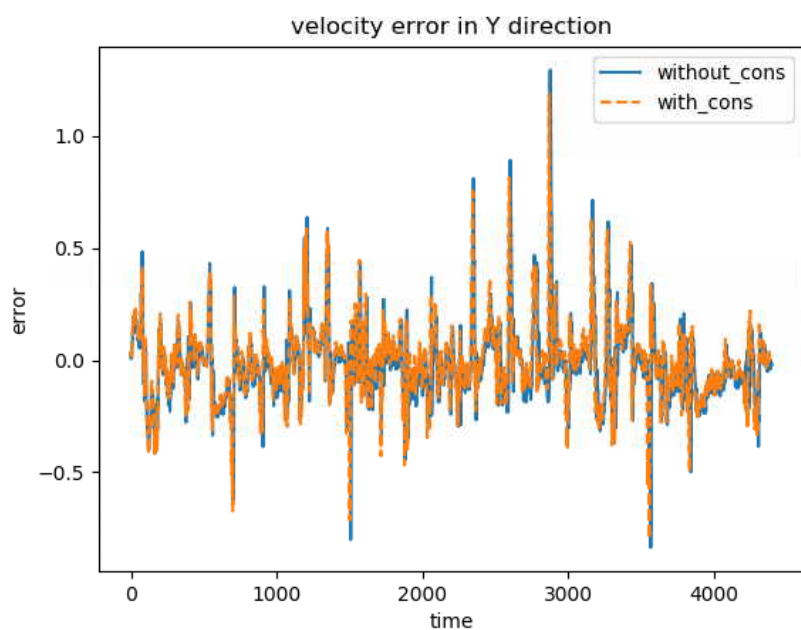
Y 方向对比

从统计数据来看，加入运动约束前后，方差基本没有变化，但是均值由加入运动约束前的-0.0225 减小到了加入运动约束后的-0.0099，精度略有提高。

从图像上来看，在大部分时间段，橙色图像的整体“幅值”是略小于“蓝色”图像的整体“幅值”的，也可以说明加入运动约束提高了本体系下 Y 方向速度的估计精度。

```
The mean and variance of velocity error in Y direction without constraint
-0.0225229888058
0.0289260415857

The mean and variance of velocity error in Y direction with constraint
-0.00993116313688
0.0293468384
```



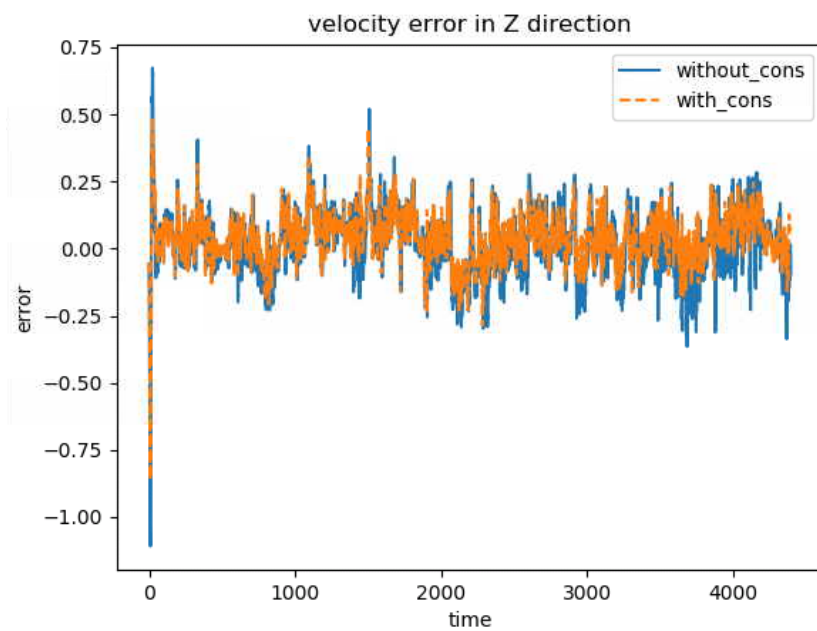
Z 方向对比

从统计数据来看，加入运动约束前后，方差明显减小，说明误差波动减小。虽然误差均值变大了，认真分析可以看出，是误差图像整体正向平移的结果。

从图像上来看，基本所有时间段，橙色图像的整体“幅值”都明显小于“蓝色”图像的，橙色图像被蓝色图像所“包络”。Z 方向速度的估计精度明显提高了。

```
The mean and variance of velocity error in Z direction without constraint
0.0207693985093
0.0143536546465

The mean and variance of velocity error in Z direction with constraint
0.0392079847744
0.0088121677378
```

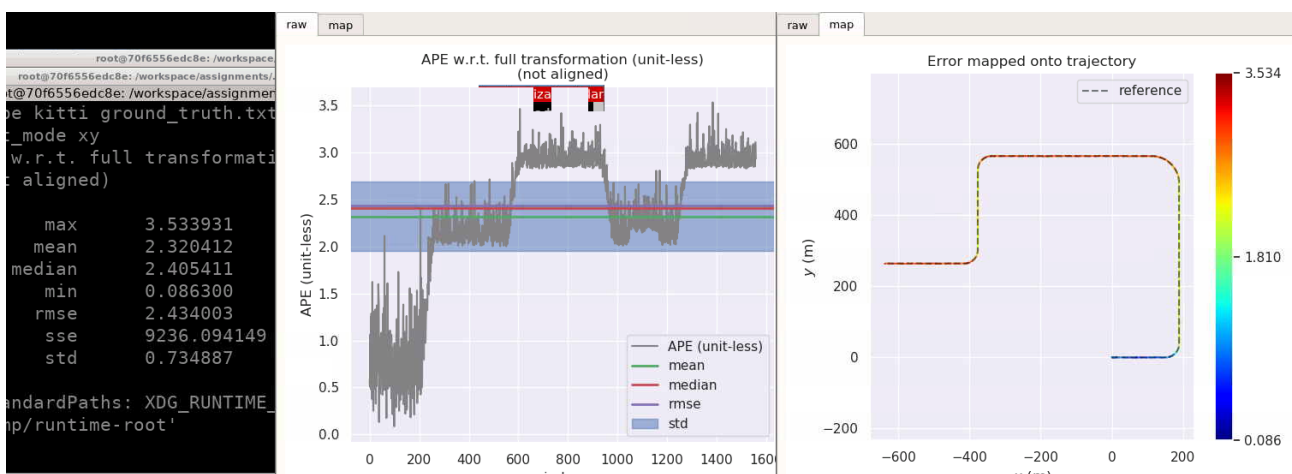


优秀要求

修改 `error_state_kalman_filter.cpp` 中的函数 `CorrectErrorEstimationPoseVel`，将其中的导航系下的公式换为课件中本体系下的公式。

从下面的仿真结果可以看出，融合编码器速度后，精度明显提高。

gnss:



fused:

