1.VIO文献阅读

1.1 视觉与IMU进行融合之后有何优势？

视觉优势在于其不产生漂移，并可以直接测量旋转与平移；但是易受外界环境如光照、遮挡、动态物体等影响，并且单目视觉无法测量尺度，对纯旋转运动也无法进行估计，同时快速运动时图像匹配不上易跟丢

IMU优势在于响应快，不太受外界环境影响，角速度测量比较准，并可以估计绝对尺度；但是其存在零漂，直接对数据积分位姿也容易发散

视觉和IMU的特点几乎是互补的，用来融合构建里程计非常make sense

1.2 哪些常见的视觉+IMU融合方案？工业界应用的例子？

常见方案有：VINS, MSCKF, OKVIS, ROVIO, VIORB, ICE-BA, R-VIO, OpenVINS

工业界的应用：Google的Project Tango, 用到了MSCKF; 一些无人机、AR\VR中的定位方案也是用的VIO算法

1.3 学术界中，VIO研究有哪些新进展？学习方法用到VIO中的例子？

学术界中VIO提高的方向包括精度、鲁棒性和效率三部分

在VIO中，可以用深度学习网络来预测相机的位姿状态、场景深度。还可以用网络剔除动态物体等来提高VIO系统的鲁棒性

利用了深度学习的例子包括D3VO(使用深度学习来预测场景深度、光度、姿态等)，VINet(使用深度学习来预测相机位姿)，DeepVO(使用网络来预测位姿)等

2.四元数和李代数更新

验证两种更新方式一致

1.生成随机四元数

2.四元数转旋转矩阵

3.四元数和旋转矩阵分别进行更新

4.比较更新后的两个四元数

```
xwl@xwl-Inspiron-15-7000-Gaming:~/Documents/VSLAM-fundamentals-and-VIO-learning/L10/rotation_update/bin$ ./rotation_update
q_random:  0.625178 -0.194097  0.520264  0.548456
q_random norm: 1
q_update: 0.612612 -0.188619 0.532076 0.553195
q_verify: 0.61261 -0.188618 0.532078 0.553195
```

3.其他导数

使用右乘$so(3)$，推导以下导数

- $$\frac{d(\boldsymbol{R^{-1}p})}{d\boldsymbol{R}}$$

1. 对哪个变量求导，扰动就要作用到该变量上
2. R、$exp(\phi^{\wedge})$、$Rexp(\phi^{\wedge})$都是旋转矩阵，对于旋转矩阵来说，$R^{-1}=R^{T}$
3. $(\phi^{\wedge})^{T}=-(\phi^{\wedge})$
4. $\lim\limits_{\phi\to 0} exp(\phi^{\wedge})=I+\phi^{\wedge}$
5. $a^{\wedge}b=-b^{\wedge}a$

$\frac{d(R^{-1}p)}{dR}=\lim\limits_{\phi\to 0}\frac{(Rexp(\phi^{\wedge}))^{-1}p-R^{-1}p}{\phi}=\lim\limits_{\phi\to 0}\frac{exp(\phi^{\wedge})^{-1}R^{-1}p-R^{-1}p}{\phi}=$
$\lim\limits_{\phi\to 0}\frac{(I+\phi^{\wedge})^{-1}R^{-1}p-R^{-1}p}{\phi}=\lim\limits_{\phi\to 0}\frac{-\phi^{\wedge}R^{-1}p}{\phi}=\lim\limits_{\phi\to 0}\frac{(R^{-1}p)^{\wedge}\phi}{\phi}=(R^{-1}p)^{\wedge}$

- $$\frac{dln\boldsymbol{(R_1R_2^{-1})}^{\vee}}{d\boldsymbol{R_2}}$$

1. $\lim\limits_{\phi\to 0} ln(Rexp(\phi^{\wedge}))^{\vee}=ln(R)^{\vee}+J_r^{-1}(R)\phi, J_r^{-1}(R)$为$SO(3)$上的右雅可比
2. $SO(3)$的伴随性质：$R^{T}exp(\phi^{\wedge})R=exp((R^{T}\phi)^{\wedge})$
3. 对哪个变量求导，扰动就要作用到该变量上
4. 左乘或右乘求出导数不同，更新必须保持对应左右乘

$\frac{dln(R_1R_2^{-1})^{\vee}}{dR_2}=\lim\limits_{\phi\to 0}\frac{ln(R_1(R_2exp(\phi^{\wedge}))^{-1})^{\vee}-ln(R_1R_2^{-1})^{\vee}}{\phi}=$
$\lim\limits_{\phi\to 0}\frac{ln(R_1exp(\phi^{\wedge})^{-1}R_2^{-1})^{\vee}-ln(R_1R_2^{-1})^{\vee}}{\phi}=\lim\limits_{\phi\to 0}\frac{ln(R_1R_2^{-1}exp((R_2(-\phi))^{\wedge}))^{\vee}-ln(R_1R_2^{-1})^{\vee}}{\phi}=$
$\lim\limits_{\phi\to 0}\frac{J_r^{-1}(ln(R_1R_2^{-1})^{\vee})R_2(-\phi)}{\phi}=-J_r^{-1}(ln(R_1R_2^{-1})^{\vee})R_2$