
手写 VIO Report 1

Name: Zhang Qingqi

ID Number: Qingai

7 July 2020

1 问答题

阅读文献综述回答问题

1. 视觉与 IMU 融合后有什么优势？

1. IMU 测量角速度与线性加速度，这些测量值存在零偏，经过 2 重积分得出的估计结果存在较大误差，在慢速运动中由于相机数据不存在零偏，可以修正 IMU 的估计。
2. 视觉容易受光线遮挡等外部影响，且无法分辨是本地运动还是外部环境变化，在高速运动的情况下，图片会有模糊，前后视角的特征无法匹配的问题，且单目视觉无法测量尺度，对纯旋转无法估计，这些问题可以由快速响应，且有绝对尺度，角速度准备的 IMU 弥补。

2. 有哪些常见的视觉 + VIO 融合方案？有没有工业界应用的例子？

1. 常见的视觉 + IMU 融合方案：

MSCKF

OKVIS

ROVIO

VIO RB

VINS-MONO, VINS-Mobile, VINS-Fusion

2. 工业界应用：Google: Tango, ARCore

Apple: ARKit

Microsoft: HoloLens

百度: DuMix AR

3. 在学术界，VIO 研究有哪些新进展？有没有将学习方法应用到 VIO 的例子？

Referenties

- [1] CHEN, Changhao ; ROSA, Stefano ; MIAO, Yishu ; LU, Chris X. ; WU, Wei ; MARKHAM, Andrew ; TRIGONI, Niki: Selective sensor fusion for neural visual-inertial odometry. In: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2019, S. 10542–10551
- [2] SCARAMUZZA, Davide ; ZHANG, Zichao: Visual-inertial odometry of aerial robots. In: *arXiv preprint arXiv:1906.03289* (2019)

- [3] SHAMWELL, E J. ; LINDGREN, Kyle ; LEUNG, Sarah ; NOTHWANG, William D.: Unsupervised deep visual-inertial odometry with online error correction for rgb-d imagery. In: *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence* (2019)
- [4] XIAO, Junhao ; XIONG, Dan ; YU, Qinghua ; HUANG, Kailong ; LU, Huimin ; ZENG, Zhiwen: A Real-Time Sliding-Window-Based Visual-Inertial Odometry for MAVs. In: *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 16 (2019), Nr. 6, S. 4049–4058

2 编程验证题

验证 Rotation Matrix 和 Quaternion 对于小量更新的结果基本相同. 代码见附件 `src/R_Quaternion.cpp`, 将更新后的 Quaternion 也转换为旋转矩阵, 2 个更新结果相减, 可见差距很小.

```
Quaternion update start: =====
Quaternion update with Eigen cost: 3us
SO(3) update with Sophus start: =====
SO(3) update with Sophus cost: 4us
Difference between update_q and update_so3 is
 8.09004e-07  1.26655e-06 -1.67105e-06
-1.28127e-06  7.74529e-07 -1.33892e-07
 1.48413e-06 -7.79552e-07  3.74879e-08
.. .. .. .. ..
```

Figur 1: Update Rotation matrix and Quaternion

3 公式推导

3.1 推导 1

$$\begin{aligned}
\frac{d(R^{-1}p)}{dR} &= \lim_{\phi \rightarrow 0} \frac{[Exp(\phi^\wedge)]^{-1} - R^{-1}p}{\phi} \\
&= \lim_{\phi \rightarrow 0} \frac{exp(-\phi^\wedge)R^{-1}p - R^{-1}p}{\phi} \\
&= \lim_{\phi \rightarrow 0} \frac{(I - \phi^\wedge)R^{-1}p - R^{-1}p}{\phi} \\
&= \lim_{\phi \rightarrow 0} \frac{-\phi^\wedge R^{-1}p}{\phi} \\
&= \lim_{\phi \rightarrow 0} \frac{(R^{-1}p)^\wedge \phi}{\phi} \\
&= (R^{-1}p)^\wedge
\end{aligned} \tag{1}$$

3.2 推导 2

$$\begin{aligned}
\frac{d \ln (R_1 R_2^{-1})^\vee}{d R_2} &= \lim_{\phi \rightarrow 0} \frac{\ln [R_1 (R_2 \exp(\phi^\wedge))^{-1}]^\vee - \ln (R_1 R_2^{-1})^\vee}{\phi} \\
&= \lim_{\phi \rightarrow 0} \frac{\ln [R_1 \exp(-\phi^\wedge) R_2^{-1}]^\vee - \ln (R_1 R_2^{-1})^\vee}{\phi} \\
&= \lim_{\phi \rightarrow 0} \frac{\ln [\exp(-R_1 \phi)^\wedge) R_1 R_2^{-1}]^\vee - \ln (R_1 R_2^{-1})^\vee}{\phi} \\
&= \lim_{\phi \rightarrow 0} \frac{J_1^{-1}(-R_1 \phi) + \ln (R_1 R_2^{-1})^\vee - \ln (R_1 R_2^{-1})^\vee}{\phi} \\
&= -J_l^{-1} R_1 \\
&= -J_l^{-1} (\ln (R_1 R_2^{-1})^\vee) R_1
\end{aligned} \tag{2}$$