

1、推导如下

1. 视觉残差为:
$$r_c = \begin{bmatrix} \frac{x_{cj}}{z_{cj}} - u_{cj} \\ \frac{y_{cj}}{z_{cj}} - v_{cj} \end{bmatrix}$$

对于第 i 帧特征点, 投影到第 j 帧相机坐标系下

$$\begin{bmatrix} x_{cj} \\ y_{cj} \\ z_{cj} \\ 1 \end{bmatrix} = T_{bc}^{-1} T_{wj}^{-1} T_{wbi} T_{bc} \begin{bmatrix} \frac{1}{\lambda} u_{ci} \\ \frac{1}{\lambda} v_{ci} \\ \frac{1}{\lambda} \\ 1 \end{bmatrix}$$

三维形式:
$$f_{cj} = \begin{bmatrix} x_{cj} \\ y_{cj} \\ z_{cj} \end{bmatrix} = R_{bc}^T R_{wj}^T R_{wbi} R_{bc} \frac{1}{\lambda} \begin{bmatrix} u_{ci} \\ v_{ci} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$+ R_{bc}^T (R_{wj}^T (R_{wbi} (R_{wbi} p_{bc} + p_{wbi}) - p_{wbj}) - p_{bc})$$

对归一化平面的坐标观测值做补偿, 得:

$$z_i^j(t_d) = [u_i^j \ v_i^j]^T + t_d U_i^j$$

特征点运动速度:
$$U_i^j = \left(\begin{bmatrix} u_i^{j+1} \\ v_i^{j+1} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} u_i^j \\ v_i^j \end{bmatrix} \right) / (t_{j+1} - t_j)$$

可得带有时间戳的投影误差如下:

$$r = \frac{1}{z_j} R_{bc}^T (R_{wj}^T (R_{wbi} (R_{wbi} \frac{1}{\lambda} \begin{bmatrix} u_i^j \\ v_i^j \\ 1 \end{bmatrix} + t_d \begin{bmatrix} u_i^{j+1} \\ v_i^{j+1} \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} u_i^j \\ v_i^j \\ 1 \end{bmatrix}) / (t_{i+1} t_i) + t_{bc}) \\ + t_{wbi} - t_{wbj}) - t_{bc}) - \begin{bmatrix} u_j^j \\ v_j^j \end{bmatrix} - t_d \begin{bmatrix} u_j^{j+1} \\ v_j^{j+1} \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} u_j^j \\ v_j^j \\ 1 \end{bmatrix} (t_{j+1} - t_j)$$