

1、在非线性相机模型标定时，在已估计得到世界坐标系 Y 轴与相机坐标系 y 轴间的相对偏移 t_y 的绝对值 $|t_y|$ 时，为了确定其符号，通常选定标定板上的一点 (X,Y,Z) ，在 $Z = 0$ 的假设下，根据其在图像中的对应点 (x,y) ，计算

$$\frac{x/\mu}{y} = \frac{r_1 X + r_2 Y + t_x}{r_4 X + r_5 Y + t_y}$$

并在估计得到的 $t_y > 0$ 的条件下，计算 $r_1 X + r_2 Y + t_x$ 和 $r_4 X + r_5 Y + t_y$ 。若它们的符号分别与 x 和 y 的符号相同，则 t_y 为正，否则为负。

(1) 请说明世界坐标系的原点到相机坐标系 y 轴的距离分别为 1 和 10 的两种情况下，哪种对于估计 t_y 的符号更有利，并给出解释。(5 分)

解：(选择正确得 3 分，解释正确得 2 分) 世界坐标系的原点到相机坐标系 y 轴的距离为 10 时，对于估计 t_y 的符号更有利，因为此时 t_y 的绝对值相对较大，不容易出现由于计算误差导致其符号发生由正到负或由负到正反转的现象，符号判断更准确（另一种说法是，世界坐标系的原点到相机坐标系 y 轴的距离为 1 时， t_y 的绝对值很小，容易出现由于计算误差导致其符号发生由正到负或由负到正反转的现象，从而影响其符号判断的正确性）。

(2) 请说明所选标定板上的点 (X,Y,Z) 在图像中的对应点 (x,y) 分别为 $(2,1)$ 和 $(10,12)$ 的两种情况下，哪种对于估计 t_y 的符号更有利，并给出解释。(5 分)

解：(选择正确得 3 分，解释正确得 2 分) 标定板上的点 (X,Y,Z) 在图像中的对应点 (x,y) 为 $(10,12)$ 时，对于估计 t_y 的符号更有利，因为此时点 (x,y) 离原点更远，不容易出现由于计算误差导致其符号发生由正到负或由负到正反转的现象，更有利于 t_y 符号的判断（另一种说法是，标定板上的点 (X,Y,Z) 在图像中的对应点 (x,y) 为 $(2,1)$ 时，离原点很近，容易出现由于计算误差导致其符号发生由正到负或由负到正反转的现象，从而影响 t_y 符号判断的正确性）。

2、SIFT 算子在计算关键点描述时，使用了基于像素位置和梯度方向的三线性插值。请针对其中的梯度方向插值，解释其作用，并举例说明。假设梯度方向划分为 0 度、45 度、90 度、135 度、180 度、225 度、270 度、315 度等 8 个方向。(15 分)

解：(8 分) 避免梯度方向直方图在梯度方向量化的边界处的突然变化而带来的对噪声敏感性

(7 分，无需与答案所使用的例子完全相同，只需要能解释清楚。) 比如对于某个像素，其梯度方向为 22 度。如果不采用线性插值，直接用最近邻插值，就会将其量化为 0 度，其梯度幅度值也会全部累加到梯度方向直方图中 0 度方向对应的位置。而如果按照线性插值，其梯度幅度值会按照 23/45、22/45 的比例分别累加到梯度方向直方图中 0 度方向和 45 度方向对应的位置，从而避免由于成像噪声导致该像素点的梯度方向从 22 度变为大于 22.5 度（比如 23 度），梯度方向直方图产生严重的变化。