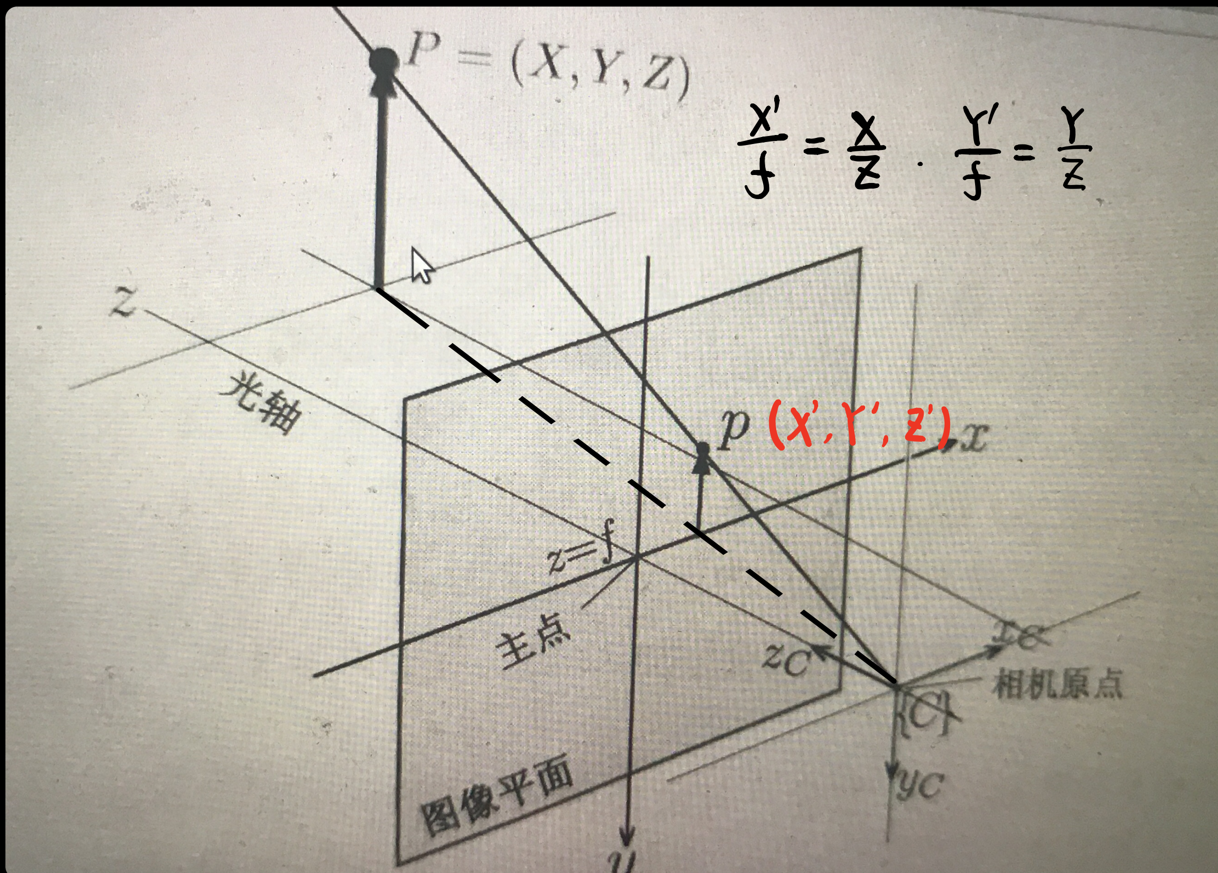

相机矩阵 M 即

$$\begin{bmatrix}X\\Y\\1\end{bmatrix} = \frac{f}{Z_w}\cdot\begin{bmatrix}X_w\\Y_w\\\frac{Z_w}{f}\end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix}X_w\\Y_w\\\frac{Z_w}{f}\end{bmatrix}$$

易得 $$\begin{bmatrix}X_w\\Y_w\\\frac{Z_w}{f}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&f&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_w\\Y_w\\Z_w\\1\end{bmatrix}$$

到此有 $$\begin{bmatrix}X\\Y\\1\end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix}f&0&0&0\\0&f&0&0\\0&0&1&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_w\\Y_w\\Z_w\\1\end{bmatrix}$$

* 有一个 $\frac{1}{Z_w}$ 的比例关系!

现在来看像素坐标系下一点坐标 $\begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ 1 \end{bmatrix}$

有 $x = (x_p - x_0)\cdot dx$ → x轴单位像素长度

$y = (y_p - y_0)\cdot dy$

有 $\begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{dx} & 0 & x_0 \\ 0 & \frac{1}{dy} & y_0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$

则 $\begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{dx} & 0 & x_0 \\ 0 & \frac{1}{dy} & y_0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overbrace{\begin{matrix} \frac{f}{dx} & 0 & x_0 \\ 0 & \frac{f}{dy} & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix}}^{\text{内参矩阵}} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix}$

所谓外参，即添加相机→世界的坐标变换.

$\begin{bmatrix} M & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R & t \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix}$ 即可!