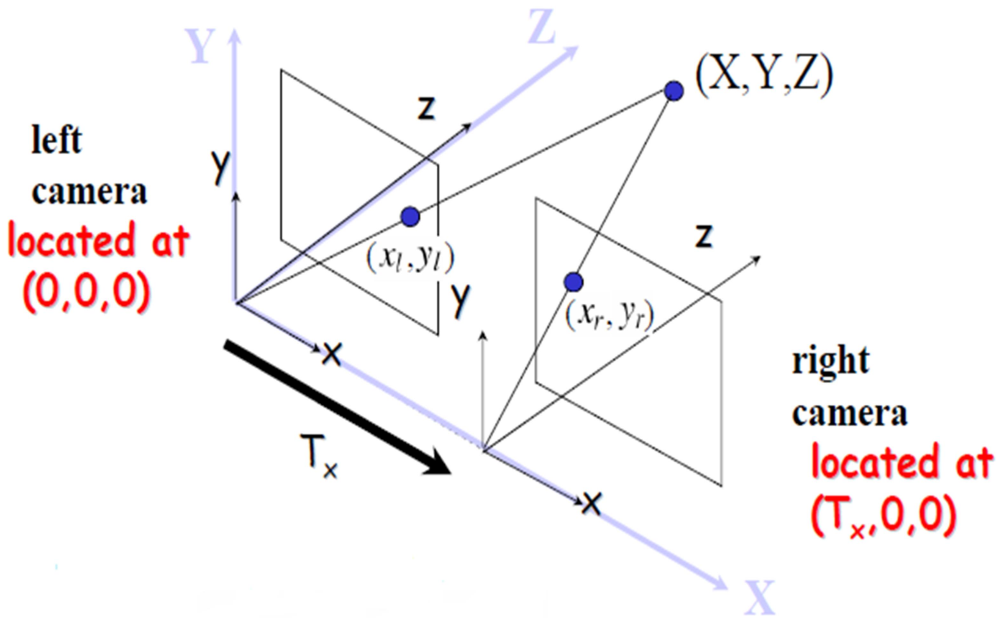
La stéréoscopie (stéréovision)

1. Définition

La stéréoscopie est une méthode de vision passive inspirée de la vision humaine permettant d’obtenir l’information 3D d’une image à partir de deux projections 2D de la même scène. La position. La position 3D du point objet est déduite à partir de 2 images de la même scène prise de 2 points du vue légèrement différents

La reconstruction 3D d’une scène est obtenue en se référant aux 3 étapes fondamentales suivantes :

- Le calibrage
- La mise en correspondance
- La reconstruction 3D par triangulation



2. La géométrie épipolaire

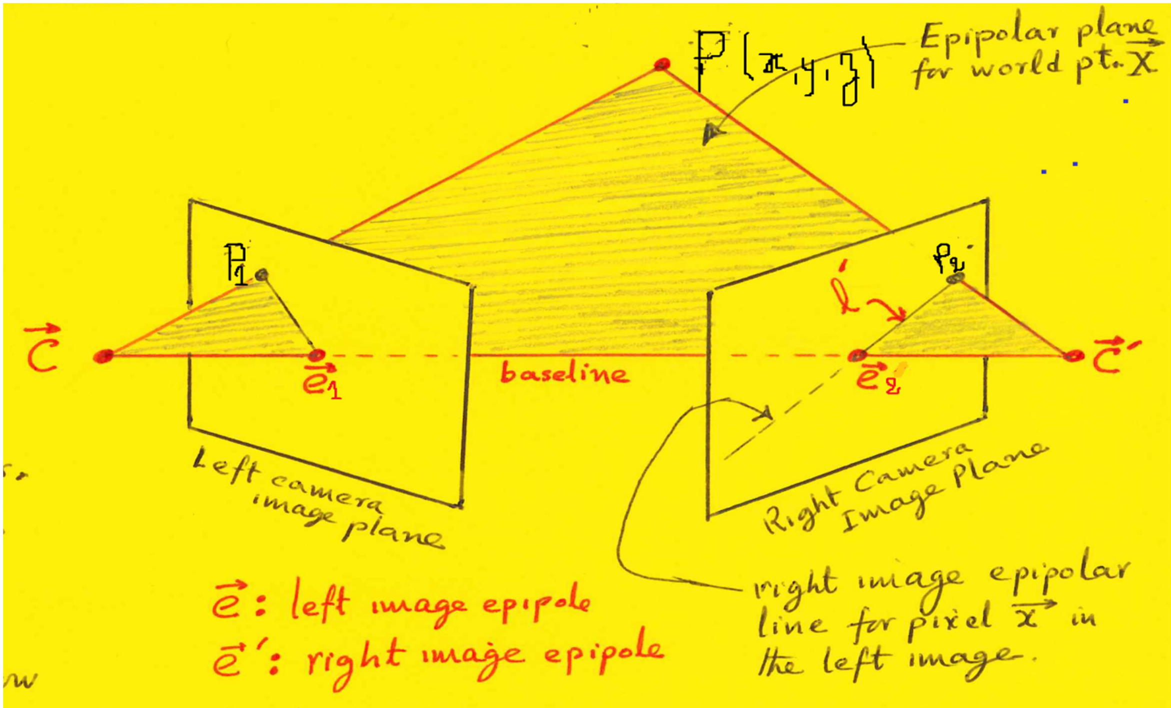
Étant donné un système de vision composé de 2 cameras observant la même scène de 2 positions différentes

soit M1 et M2 les matrices de projection correspondantes à ces 2 images

$P_1=M_1.P$

$P_2=M_2.P$

La géométrie epiploaire caractérise le fait que les correspondants potentiels dans l'image 2 d'un point P1 sont situés sur une droite appelé droite epiplaire (l')



3. Contrainte épipolaire matrice fondamentale

La contrainte epipolaire caractérise le fait que le correspondant P_2 d'un point P_1 (P_1 et P_2 sont les projections image du même point P) soit situé sur une droite dans l'image 2 (l'),

En effet, le point P_2 fait partie nécessairement au plan défini par P, C, $C^{'}$. La droite (l') est appelé droite epipolaire du point P_1 dans l'image 2.

La contrainte épiploaire est symetrique

Les droites epipolaires dans une image s'intersectent toutes à un point appelé épipôle. Ce point correspondant à la projection du centre de projection (caméra) de l'autre image considérée

$\mathbf{e_1=M_1.C_2}$ $\mathbf{e_2=M_2.C_1}$

La forme algébrique de la contrainte épiploaire est

$$P_2FP_1=0$$

F : la matrice fondamentale (3X3)

$l'=F.P_1$

$l=F^tP_2$

la matrice F décrivent les paramètres permettant le passage des coordonnées des points exprimés selon le repère caméra vers ceux exprimés selon le repère image. Ceci ne dépend que des paramètres intrinsèques

La matrice fondamentale F peut être estimée d'au moins 8 correspondances de point de l'image 1 et 2.

On définit la matrice essentielle E décrivant les paramètres de passage du repère objet vers le repère caméra, ceci en se basant sur les paramètres extrinsèques qui sont la disposition et l'orientation des capteurs l'un par rapport à l'autre selon le repère de référence

$$P'^tEP=0$$

E : s'appelle **matrice essentielle** calculée à partir de M_{ext} fournie lors du calibrage.

4. La reconstruction 3D

Si nous avons un point observé dans les deux caméras, on peut faire une triangulation pour obtenir le point 3D.

La projection d'un point $P(X,Y,Z)^t$ est

$$\begin{bmatrix} su_1 \\ sv_1 \\ s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} tu_2 \\ tv_2 \\ t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

En éliminant s et t, nous obtenons un système d'équation

$$
\begin{aligned}
u_1 &= (b_{11} - b_{31}u_1)x + (b_{12} - b_{32}u_1)y + (b_{13} - b_{33}u_1)z + b_{14} \\
v_1 &= (b_{21} - b_{31}v_1)x + (b_{22} - b_{32}v_1)y + (b_{23} - b_{33}v_1)z + b_{24} \\
u_2 &= (c_{11} - c_{31}u_2)x + (c_{12} - c_{32}u_2)y + (c_{13} - c_{33}u_2)z + c_{14} \\
v_2 &= (c_{21} - c_{31}v_2)x + (c_{22} - c_{32}v_2)y + (c_{23} - c_{33}v_2)z + c_{24}
\end{aligned}
$$

Qui peut être écrit sous la forme AX=b, la solution de ce système peut être effectuée par la méthode des moindres carrés