TP 2 : Calibrage des caméras (camera calibration)

1. Le but du TP

Ce TP consiste utiliser une méthode de calibrage de caméra par la mise en correspondance d'un certain nombre de points d'une mire 3D avec les positions visualisées sur l'écran. Pour cela, on construit une mire formé d'un certain nombre de points et on projette ceux-ci sur le plan de la caméra. On remonte jusqu'à la détermination des paramètres extrinsèques et intrinsèques de la caméra.

2. Rappel

La transformation géométrique permettant d'établir la relation mathématique entre les coordonnées des points 3D de la scène observée, et les coordonnées 2D de leur projection dans l'image désigne le calibrage de la caméra. Etablir cette relation mathématique constitue le point initial pour plusieurs applications de la vision artificielle, comme par exemple la reconnaissance d'objets, le contrôle dimensionnel de pièces, la reconstruction de l'environnement pour la navigation d'un robot mobile, etc.

Calibrer une caméra, revient à choisir un modèle de caméra à priori et déterminer ensuite les paramètres de ce modèle. Le modèle sténopé (*pinhole* en anglais) modélise une caméra par une projection perspective. Ce modèle transforme un point 3D de l'espace en un point-image.

Cette transformation est le résultat de trois transformations élémentaires successives.

- La première transformation entre le repère du monde et celui de la caméra.
- La deuxième entre le repère caméra et le repère image (plan rétinien).
- La troisième entre le repère capteur et le repère image.§/§

$$
\begin{aligned}
\mathbf{x}_c &= \mathbf{R}\mathbf{x}_w + \mathbf{t} \\
\mathbf{x}_n &= [x_c/z_c, y_c/z_c]^\top \\
\mathbf{x}_d &= \mathbf{x}_n(1 + r^2k_1 + r^4k_2), \quad r^2 = x_n^2 + y_n^2 \\
\mathbf{p} &= [f_x x_d + u_0, f_y y_d + v_0]^\top
\end{aligned}
$$

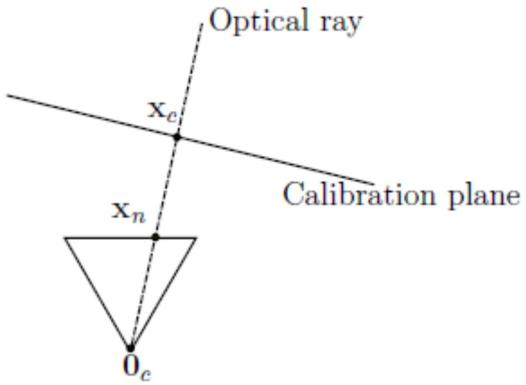

Figure 1. L'intersection de l'axe optique avec le plan de calibrage pour récupérer la profondeur

Pour effectuer des mesures de l'image. Nous avons besoin d'inverser ce processus. En commençant de p, nous voulons avoir xc pour que nous puissions mesurer des distances dans les coordonnées camera. Le calibrage de la caméra permet d'obtenir la position de la caméra (**R**,**t**), les coefficients de distorsion (k1, k2) et les paramètres intrinsèques (f_x, f_y, u_0, v_0). Notez que la projection perspective rejette l'information de la profondeur, pour cela nous utilisons l'intersection de l'axe optique avec la mire de calibrage supposée plane pour la récupérer.

3. Travail à faire

1. Récupérer le dossier qui contient les images de calibrage le décompresser dans le répertoire MTLAB/*tpcalib* que vous aurez préalablement créé sur le disque de votre machine.
2. Lancer l'application *camera* pour ouvrir la boite à outils *camera calibration*
3. Cliquer sur *add images* pour choisir les images utilisées pour le calibrage (au moins 3 images) ; vous trouvez les images qui appartiennent à toolbox vision (…./*vision/visiondemos/calibration/webcam*)
4. Définir la taille des carrés en *mm* dans la boite *checkboard square size*
5. Lancer le calibrage en cliquant sur *calibrate.* observer les points détectés sur les images et visualiser les résultats.
6. Sauvegarder la session de calibrage dans un fichier .mat.
7. Lire les paramètres de calibrage en utilisant la fonction *getParamsFromComputerVisionToolbox()* qui permet d'obtenir les paramètres à partir du '*data structure*' . Vous pouvez également introduire le numéro de l'image concernée par les mesures. Notez que cette fonction donne les paramètres intrinsèques sous forme d'une matrice

$$K = \begin{bmatrix} f_x & 0 & u_0 \\ 0 & f_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

8. Sélectionner deux points de l'image à mesurer p_i=$[u, v]^T$ en pixels dont vous voulez calculer la distance. Utiliser imread pour lire l'image, imshow pour l'afficher et ginput(1) pour sélectionner le point avec la souris.
9. Utiliser la fonction unprojectPoint() pour obtenir les points en coordonnées normalisées x_n à partir des points sélectionnées.
10. Utiliser la fonction intersectRayWithPlane() pour obtenir les points réelle x_c (c'est l'intersection avec la mire de calibrage)
11. Calculer la distance entre les deux pixels sur la mire (norm(xc1-xc2)) pour déterminer la taille métrique des objets dans l'image.