

## Perception 3D - session #1

Tous documents autorisés - Tablettes, téléphones et objets communicants interdits

Enseignant: F. Lerasle

Durée: 1h30

On souhaite localiser spatialement des objets à partir d'une image 2D (comme illustré figure 1) acquise par une caméra à étalonner et d'un modèle 3D de la scène (des objets). On discute ci-après les méthodes de localisation 2D/3D (PnP<sup>1</sup>, PnL<sup>2</sup>) et 3D/3D.

1. Lister les paramètres intrinsèques d'une caméra et rappeler leurs significations physiques.
2. Rappeler succinctement les principales étapes pour étalonner une caméra. Il en résulte pour une image donnée de mire une estimation des paramètres intrinsèques, de distorsion et extrinsèques caractérisés respectivement par  $M_{int}$ ,  $K_{dist}$  et  $M_{ext}$ <sup>3</sup> ci-après. En déduire la résolution grossière des images acquises puis la focale sachant que les rétines des caméras sont au format  $8.8 \times 6.6 \text{ mm}$ . Proposer un schéma illustrant les conventions (directions, signes) de repère caméra et image.

$$M_{int} = \begin{pmatrix} 400 & 0 & 325 & 0 \\ 0 & -400 & 245 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, K_{dist} = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.1 & 0.1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, M_{ext} = \begin{pmatrix} 0.9 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.9 & 0.1 & 0.1 \\ 0.0 & 0.1 & 0.9 & 0.8 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

3. Eu égard aux données ci-dessus, quel est le modèle de distorsion utilisé et est-ce compatible avec la focale de ces caméras ? Quelle est la distance grossière à la mire pour cette prise de vue ?
4. On suppose maintenant la caméra étalonnée. La précision sur les paramètres intrinsèques estimés a-t-elle une influence sur la localisation 3D effectuée à partir de l'image 2D ? Justifier à l'aide de la formalisation mathématique. Enumérer les autres facteurs intervenant dans cette précision de localisation.
5. La fonctionnalité localisation 2D/3D requiert, pour converger, une condition initiale sur la localisation 3D. Justifier à l'aide de la formalisation mathématique.
6. Un processus de localisation type PnP reposant sur la mise en correspondance de primitives de type points et un modèle 3D du vase est-il adapté pour localiser le vase à partir de l'image de luminance bruitée de la figure (1) ? Les primitives de type cercle ou segment sont aussi exploitables pour localiser. Quels types de primitives privilégier alors afin de calculer l'attitude spatiale du vase dans cette image. Quelle stratégie de localisation adoptée eu égard à l'image observée ? Justifier. On notera que le socle du vase ressort mieux dans l'image.
7. Le processus d'étalonnage classique de caméra est assimilable à un processus de localisation 3D type PnL ou PnP à deux (au moins) différences. Lesquelles ?
8. Peut-on combiner des primitives type segment de droite et point (pixel) dans un unique processus de localisation PnL ou PnP ?

<sup>1</sup>Pour *Perspective-n-Point*

<sup>2</sup>Pour *Perspective-n-Ligne*.

<sup>3</sup>Translations exprimées en mètre.

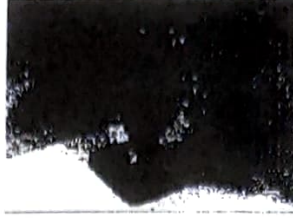


Figure 1: Image de l'objet vase à localiser.

9. On considère maintenant un capteur 3D pour percevoir la scène de la figure (1) afin de localiser le vase. Avec ce capteur, comment acquérir *a priori* un modèle 3D du vase exploitable ensuite pour sa localisation ? Lister alors les différences dans la méthode de localisation par rapport à précédemment ? Comment segmenter le vase de son plan support dans les données 3D acquises par le capteur ? Ebaucher un algorithme.
10. En général, doit on privilégier un capteur 3D ou 2D pour une localisation 3D ? Justifier. Les capteurs 3D, *e.g.* un capteur RGB-D, délivrent des données 3D (images de profondeur, nuages de points 3D) mais aussi des images de luminance (images achromes, couleurs). On envisage de combiner localisation 2D/3D et 3D/3D. Comment ? Intérêt et inconvénient ?