

Examen Final VA54

Documents non autorisés

I. Calibration

Question 1 : (1 points)

Expliquez en quoi consiste la calibration d'une caméra. Quelles sont les étapes à suivre ?
Que tentons-nous de récupérer lors de la calibration d'une caméra ?

Question 2 : (2 points)

La calibration d'une caméra perspective vous a donné, entre autres, ces paramètres :

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} 640.67 & 0 & 403.67 \\ 0 & 647.13 & 306.20 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ et } \mathbf{D} = [r_1 \ r_2] = [0.12 \ 0.03]$$

Soient les coordonnées d'un point 3D exprimés dans le repère associé à la caméra :

$${}^c\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 1.3 \\ 1.6 \\ 5.2 \end{bmatrix}$$

Dans quel pixel de l'image le point ${}^c\mathbf{P}$ est-il projeté ?

II. Mise en correspondance

Question 3 : (2 points)

Soit l'imagette et les filtres de Prewitt horizontal et vertical suivants :

0	0	1	4	9
1	0	5	7	11
1	4	9	12	16
3	8	11	14	16
8	10	15	16	20

I

-1	0	1
----	---	---

$\frac{d}{du}$

-1
0
1

$\frac{d}{dv}$

Évaluer le pixel au centre de l'image I au sens de Harris.

Rappel :

- La matrice de Harris :

$$\mathbf{M} = \sum_{(u,v) \in W} \begin{bmatrix} \left(\frac{\delta I(u,v)}{\delta u}\right)^2 & \frac{\delta I(u,v)}{\delta u} \frac{\delta I(u,v)}{\delta v} \\ \frac{\delta I(u,v)}{\delta v} & \left(\frac{\delta I(u,v)}{\delta v}\right)^2 \end{bmatrix}$$

- Score de Harris : $R = \det(\mathbf{M}) - k \text{trace}(\mathbf{M})^2$

Vous utiliserez une fenêtre W de taille 3×3 et un paramètre k égal à 0.04.

Question 4 : (1 points)

Le détecteur de Harris est-il invariant :

- À un gain sur les intensités de l'image (mise à l'échelle de la luminosité) ?
- À un biais sur les intensités de l'image (décalage constant de la luminosité) ?
- À une rotation de l'image ?
- À un changement d'échelle de l'image ?

Donnez un bref argument pour chacune de vos réponses.

III. Flot optique

Question 5 : (1 point)

L'équation de contrainte du mouvement apparent (E.C.M.A.) utilisée dans le calcul du flot optique peut s'écrire comme :

$$I_u w_u + I_v w_v + I_t = 0$$

où

- $\nabla I(u, v) = [I_u \ I_v] = \left[\frac{\delta I}{\delta u} \ \frac{\delta I}{\delta v} \right]$
- $\mathbf{w}(u, v) = \begin{bmatrix} w_u \\ w_v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\delta u}{\delta t} \\ \frac{\delta v}{\delta t} \end{bmatrix}$
- $I_t = \frac{\delta I}{\delta t}$

Que représentent ces trois termes ?

Question 6 : (2 points)

En supposant qu'un groupe de pixels voisins (3×3) ont subi un même déplacement entre deux images consécutives d'une séquence, l'équation de contrainte du mouvement apparent fournit un ensemble d'équations linéaires pour ce patch. Écrivez le système d'équations linéaires sous forme matricielle ($\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$).

Question 7 : (1 point)

Une solution peut être obtenue avec la méthode des moindres carrés :

$$\mathbf{x} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{b}$$

Écrivez la matrice $(\mathbf{A}^T \mathbf{A})$ et le vecteur $\mathbf{A}^T \mathbf{b}$.

Question 8 : (1 point)

Expliquez en quoi le contenu de la matrice $(\mathbf{A}^T \mathbf{A})$ est lié au problème dit de l'ouverture ?

IV. Homographie

Question 9 : (2 point)

En utilisant des coordonnées homogènes, écrivez la forme matricielle des transformations 2D suivantes :

- translation
- similarité (rotation+scaling+translation)
- affine
- Projective

Combien de degrés de liberté possède chaque transformation ? Combien de correspondances de points sont nécessaires pour estimer chacune d'elles ?

Question 10 : (1 point)

Qu'est-ce qu'une homographie ? Que relie-t-elle ? Quelles informations contient-elle ?

Question 11 : (1 point)

Les homographies sont souvent estimées en utilisant l'algorithme DLT (Direct-Linear-Transform). En quoi consiste cette approche ? Comment normaliser les données et pourquoi est-ce important ?

V. Reconstruction 3D

Question 12 : (1 point)

Dessinez et indiquez sur l'image de la Figure 1 l'ensemble des êtres géométriques relatifs à la géométrie épipolaire.

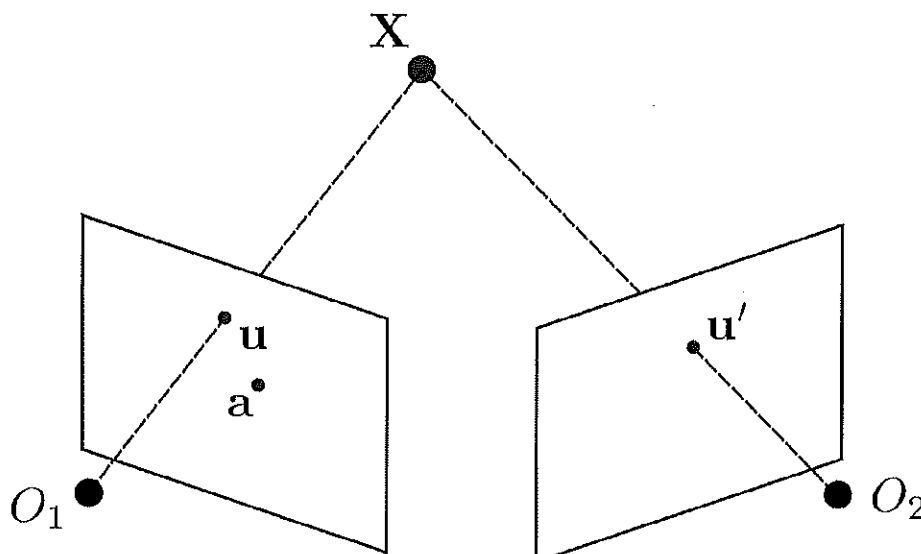


Figure 1

Question 13 : (1 point)

Tracez sur l'image de la Figure 1 la droite épipolaire l_a dans l'image capturée par la caméra O_2 correspondant au point a capturé par la caméra O_1 .

Question 14 : (1 point)

Quelle matrice relie les coordonnées pixeliques du point a à sa droite épipolaire l_a ? Écrire l'équation. Quelles informations sont contenues dans cette matrice ?

Question 15 : (2 point)

Démontrez mathématiquement qu'après rectification des images, un même point 3D est projeté sur une même ligne dans les deux images capturées par le système.

$$\text{Rappel : } [t]_{\times} = \begin{bmatrix} 0 & -t_z & t_y \\ t_z & 0 & -t_x \\ -t_y & t_x & 0 \end{bmatrix}$$