

Vision numérique
(GIF-19263)

Examen partiel - Automne 2003

Local: Pouliot 2765

Date: jeudi 6 novembre 2003

Heure: 15h30 à 17h20

Calculatrice permise + 1 feuille aide-mémoire.

Répondre sur le questionnaire

Ce questionnaire comprend 7 questions sur 7 pages pour un total de 30 points.

1. Rotation en 3D. (3 points)

Complétez les 4 valeurs manquantes de la matrice de rotation suivante:

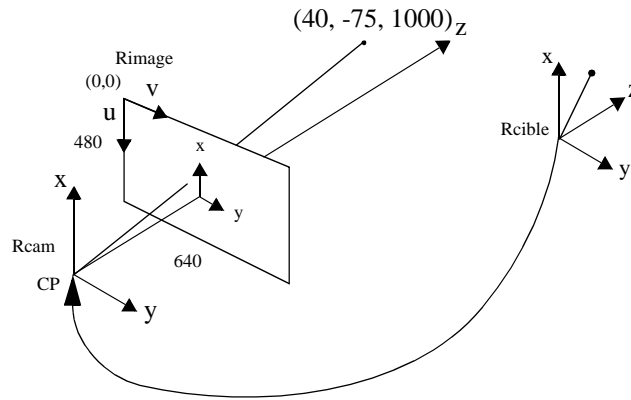
$$\begin{bmatrix} \text{---} & \frac{-\sqrt{2}}{2} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} & \frac{-\sqrt{2}}{2} \\ \text{---} & -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{bmatrix}$$

2. Équation d'un plan (3 points)

Quelle est l'équation du plan en 3D qui passe par les points (20,30,10), (10,10,10) et (20,20,30)?

3. La caméra (11 points)

Soit une caméra qu'on modélise par un sténopé non-inverseur dont la constante $F = 10$ mm, la taille des pixels est de 10×10 microns ($1 \text{ micron} = 10^{-6} \text{ m}$), la matrice photosensible est de 480×640 et l'axe optique traverse le plan image à $(u, v) = (240, 320)$ pixels, soit exactement au centre de l'image. La matrice CCD est parfaitement perpendiculaire. Prenez bien note du sens des référentiels sur le schéma suivant.



a) Prévoir les coordonnées caméra x et y (en mm) de la projection du point $(40, -75, 1000)$ mm connu dans le référentiel de la caméra. (2 points)

b) Écrire la matrice 3×4 des paramètres intrinsèques. (4 points)

c) Prévoir les coordonnées image (u, v) (en pixels) de la projection du point $(40, -75, 1000)$ mm connu dans le référentiel de la caméra. (1 point)

d) Sachant que l'origine d'une cible d'étalonnage se situe à (400, 300, 1000) dans le référentiel de la caméra et que l'orientation de la cible est la même que celle de la caméra dans l'espace, écrire la matrice (4x4) de transformation rigide qui permet de transformer un point du repère de la cible dans le repère de la caméra. (2 points)

e) Écrire la matrice de projection (3x4) qui permet de transformer un point donné dans le repère cible (mm) en un point image (pixel). (1 point)

f) Prévoir les coordonnées (u, v) en pixels du point (100, -100, 100) connu dans le repère de la cible. (1 point)

4. Caméra réelle (lentille mince) (2 points)

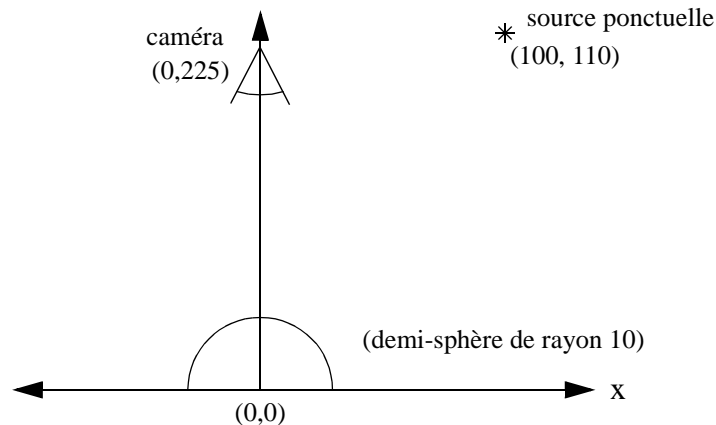
Soit une caméra sur laquelle est montée une lentille mince dont l'ouverture a un diamètre de 2 mm et la focale $f = 12$ mm. Le plan image est à z_i et un point de la scène est à 60 cm tel qu'il est au focus à $z = z_i$.

a) Quelle est la valeur de z_i ? (0,5 point)

b) Si on éloigne le plan image de la lentille, à une distance $z_i + 5$ mm, quel sera le diamètre du cercle de flou pour un point de la scène situé sur l'axe optique à 60 cm? Faites un schéma. (1,5 points)

5. Photométrie (3 points)

Une source ponctuelle éclaire une demi-sphère lambertienne. Un schéma simplifié dans le plan indique la position de la source, le rayon de la sphère et la position de l'observateur (caméra). Vous projetez d'écrire un programme pour générer une image synthétique en niveaux de gris (entre 0 et 255) de la demi-sphère vue par la caméra. Pour cela, vous procédez à une analyse en 2D à partir de la figure ci-bas. Répondez aux questions suivantes.



a) Quelle est l'illuminance associée à la projection du point $(0,10)$ sur le demi-cercle sachant que l'illuminance enregistrée varie entre 0 et 255 pour les points sur le demi-cercle? (1 point)

b) Quelle est la forme de la BRDF d'une surface lambertienne? (1 point)

c) Qu'est-ce qu'une carte des réflectances? (1 point)

6. Traitement d'images (8 points)

Soit la fonction gaussienne $G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right)$.

- a) Concevez le masque d'un filtre gaussien unidimensionnel avec $\sigma = 1,4$ pixels. (3 points)
Vous verrez à ce que les poids soient en valeurs entières.

- b) Quel intérêt présente le filtre gaussien au niveau calculatoire. Expliquez comment on peut appliquer cet avantage. (2 points)

c) Soit l'image suivante: calculez la valeur du module du gradient ainsi que son orientation pour

10	50	52	53	49
12	10	46	49	48
14	10	47	50	50
13	10	14	37	47
10	12	13	14	48

le pixel central, au moyen de l'opérateur de Sobel. (2 points)

d) Dans une image segmentée, on extrait une région connexe et on en mesure la propriété de solidité. Expliquez ce que représente cette propriété et comment on la calcule. (1 point)