

15 décembre 2011
13h30 à 16h20
PLT-2744

Deuxième examen partiel A 2011

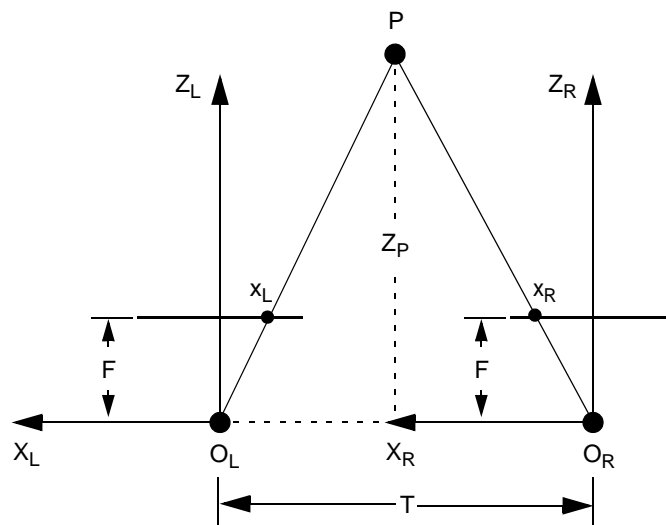
Toute documentation
permise

QUESTION 1 (30 points au total) Stéréoscopie

A) (10 points) Reconstruction géométrique stéréoscopique.

Soit l'arrangement stéréoscopique de sténopés montré à la Figure 1. Les deux sténopés d'axes optiques parallèles Z_L et Z_R , de centre de projection O_L et O_R et de focale F sont séparés par une distance (baseline) T selon l'axe des x . L'image d'un point objet P est x_L dans le plan image de gauche et x_R dans le plan image de droite.

Figure 1 Schéma de la géométrie des Questions 1 A et 1 B.



La *disparité stéréo* entre les images du point P est définie comme suit:

$$\delta = x_R - x_L \quad (1)$$

Montrez que la distance Z_P du point P à la droite joignant O_L à O_R (i.e. la distance de P au baseline) est donnée par:

$$Z_P = \frac{TF}{\delta} \quad (2)$$

Expliquez votre solution.

B) (10 points) Matrice fondamentale.

Supposons que l'origine du repère "world" soit située au centre de projection de la caméra de gauche O_L , que l'on ait $T = 1m$ selon x (les translations selon y et z sont nulles) et que les matrices de paramètres intrinsèques des

caméras de gauche et de droite de la Figure 1 soient respectivement:

$$K_G = \begin{bmatrix} \alpha & 0 & u_{G0} \\ 0 & \beta & v_{G0} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

et

$$K_D = \begin{bmatrix} \alpha & 0 & u_{D0} \\ 0 & \beta & v_{D0} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Donnez l'expression de la matrice fondamentale de l'arrangement stéréoscopique.
Rappelons que si:

$$M = \begin{bmatrix} \alpha & 0 & u \\ 0 & \beta & v \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

On a:

$$M^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\alpha} & 0 & \frac{-u}{\alpha} \\ 0 & \frac{1}{\beta} & \frac{-v}{\beta} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (6)$$

C) (5 points) Épipôles et droites épipolaires.

Supposons que les images de gauche et de droite aient une résolution de 640 x 480 pixels.

i) (2 points) Combien d'épipôles l'image de droite contient-elle?

ii) (1 point) Où ces épipôles sont-ils situés.

iii) (1 point) Combien de droites épipolaires l'image de droite contient-elle?

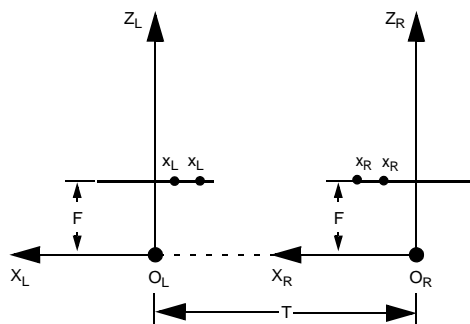
iv) (1 point) Quelles sont les caractéristiques de ces droites épipolaires par rapport aux lignes de l'image de droite?

D) (5 points) Appariement stéréoscopique.

Reprenons l'arrangement stéréoscopique de la Figure 1 pour construire la Figure 2 qui montre que deux

points d'intérêt ont été détectés dans l'image de gauche et dans l'image de droite.

Figure 2 Arrangement stéréoscopique pour la Question 1 D.

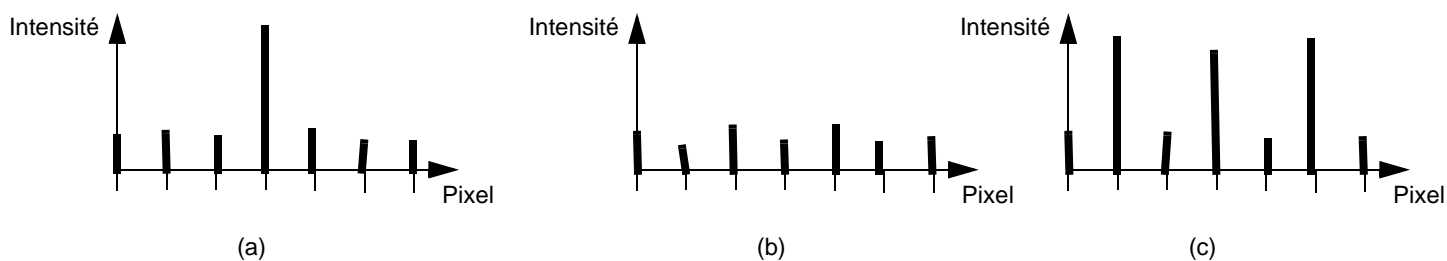


Combien d'appariements stéréoscopiques peut-on effectuer pour cette condition (i.e. combien de points objets sont-ils susceptibles d'être le résultat de la reconstruction stéréoscopique à partir de ces points image)? Expliquez votre réponse par un dessin.

QUESTION 2 (15 points au total) Pré-traitement et filtrage d'images

Soient les signaux numériques de la Figure 3.

Figure 3 Signaux pour la Question 2



- i) (5 points) Quel filtre utiliseriez vous pour atténuer l'effet du bruit du signal (a)? Justifiez votre réponse.
- ii) (5 points) Quel filtre utiliseriez-vous pour atténuer le bruit du signal (b)? Justifiez votre réponse.
- iii) (5 points) Quel filtre utiliseriez-vous pour atténuer le bruit du signal (c)? Justifiez votre réponse.

QUESTION 3 (35 points au total) Traitement des images.

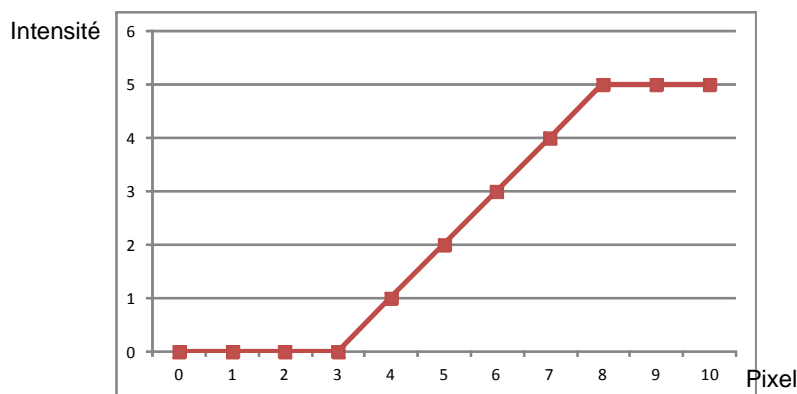
A) (15 points au total) Supposons le signal unidimensionnel montré à la Figure 4.

i) (5 points) Calculez le signal de première dérivée en utilisant l'opérateur $[-1 \ 0 \ 1]$

ii) (5 points) Calculez le signal de seconde dérivée.

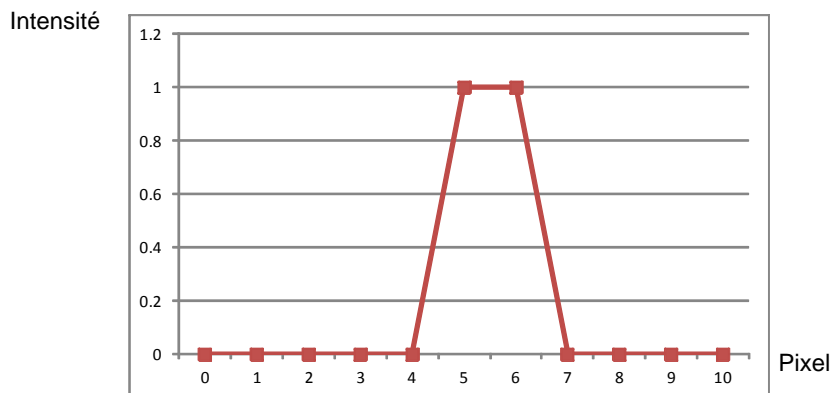
iii) (5 points) Que concluez-vous sur la capacité des opérateurs de dérivée première et de dérivée seconde pour décrire les arêtes de type "rampe" dans un espace discret?

Figure 4 Signal de la Question 3 A



B) (20 points au total) Supposons le signal unidimensionnel montré à la Figure 5.

Figure 5 Signal de la Question 3 B



i) (4 points) Calculez le signal de première dérivée du signal de la Figure 5 avec l'opérateur $[-1 \ 0 \ 1]$

ii) (4 points) Calculez le signal de première dérivée du signal de la Figure 5 avec l'opérateur $[-1 \ -1 \ 0 \ 1 \ 1]$

iii) (3 points) Calculez le signal de seconde dérivée du signal de la Figure 5 en utilisant l'opérateur $[-1 \ 0 \ 1]$ sur le signal de première dérivée obtenu avec le même opérateur.

iv) (3 points) Selon vous, est-ce que les passages par zéro du signal de seconde dérivée sont précis pour localiser les arêtes du signal de la Figure 5?

v) (3 points) Lequel des opérateurs $[-1 \ 0 \ 1]$ et $[-1 \ -1 \ 0 \ 1 \ 1]$ est le plus efficace pour *détecter* les arêtes du signal de la Figure 5? Justifiez votre réponse.

vi) (3 points) Lequel des opérateurs $[-1 \ 0 \ 1]$ et $[-1 \ -1 \ 0 \ 1 \ 1]$ est le plus efficace pour *localiser* les arêtes du signal de la Figure 5? Justifiez votre réponse.

QUESTION 4 (10 points) Traitement des images

Soit l'image binaire de la Figure 6.

Figure 6 Image binaire de la Question 4.

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lequel des opérateurs de fermeture suivants en morphologie mathématique est le plus efficace pour éliminer la région formée de "0" de l'image?

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \ 1 \ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ ou } \begin{bmatrix} 1 \ 1 \\ 1 \ 1 \\ 1 \ 1 \end{bmatrix} ?$$

Expliquez votre réponse.

QUESTION 5 (10 points) Descripteurs SIFT

Expliquez pourquoi les descripteurs SIFT sont invariants aux rotations et aux changements d'échelle et assurent une bonne robustesse aux variations d'illumination lors de l'appariement d'images.