

15 décembre 2011  
13h30 à 16h20  
PLT-2744

Deuxième examen partiel A 2011

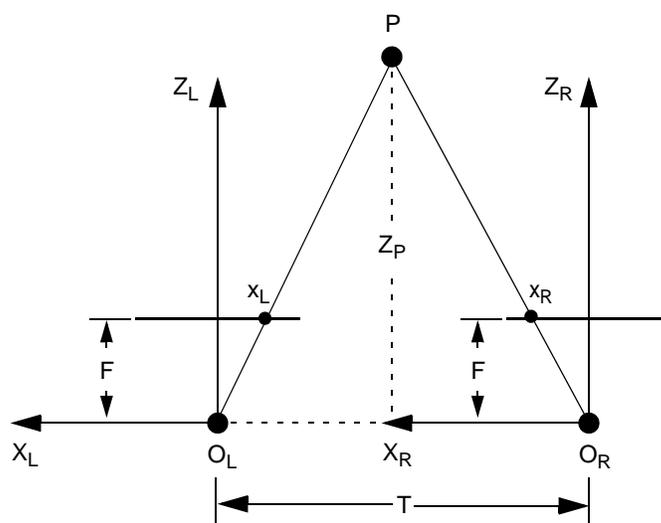
Toute documentation  
permise

**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?

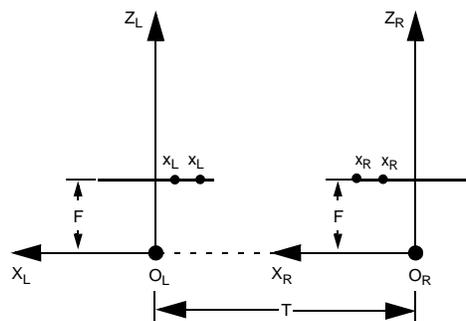
iv) (1 point) Quelles sont les caractéristiques de ces droites épipolaires par rapport aux lignes de l'image de droite?

**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.

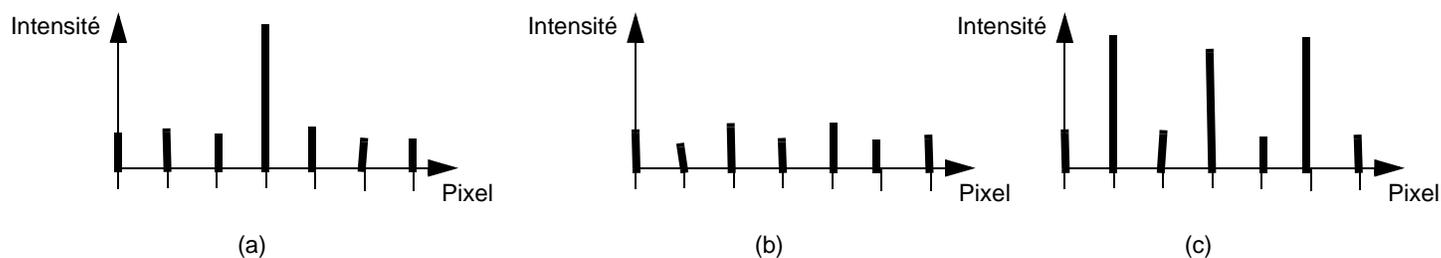


Combien d'appariements stéréoscopiques peut-on effectuer pour cette condition (i.e. combien de points objets sont-ils susceptibles d'être le résultat de la reconstruction stéréoscopique à partir de ces points image)? Expliquez votre réponse par un dessin.

**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.

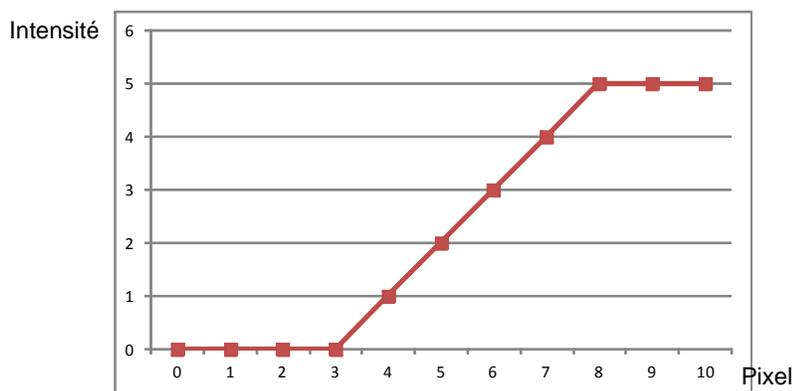
i) (5 points) Calculez le signal de première dérivée en utilisant l'opérateur  $[-1 \ 0 \ 1]$

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?

---

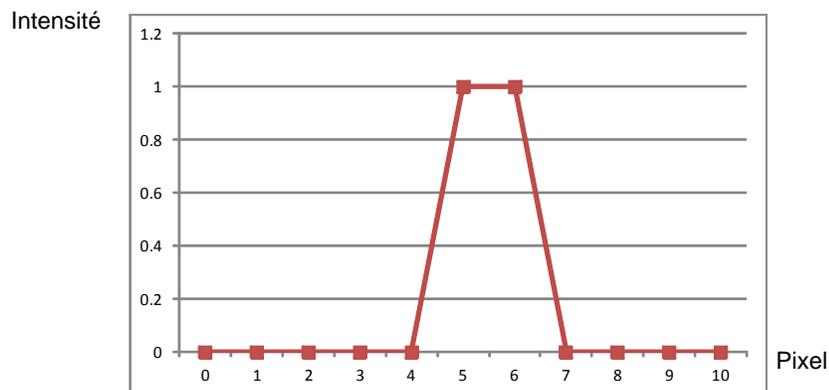
**Figure 4 Signal de la Question 3 A**



**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.