

**Niveau : Master 1 VA**

**Module : Introduction à la vision artificielle**

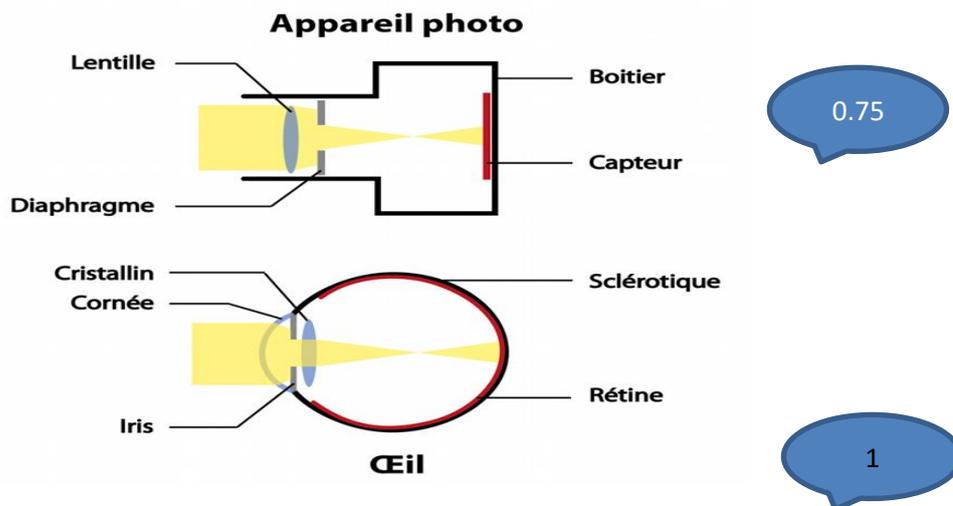
**Date : 17/05/2023**

**Durée : 1 h 15 m**

**Correction de contrôle final du 2<sup>er</sup> semestre**

**Exercice1 ( 6 pts) :**

1. Une comparaison entre la caméra et l'œil humain :



L'œil est parfois comparé à une caméra, ayant pour rôle de capturer une image brute. Ils partagent en effet des caractéristiques communes : la présence d'un jeu de lentilles (la cornée et le cristallin) qui reflètent la lumière, et d'un diaphragme (l'iris) qui concentrent la lumière sur un capteur (la rétine). Le capteur d'une caméra numérique est composé d'une mosaïque de récepteurs capables de mesurer la quantité (l'intensité lumineuse) et la qualité (la longueur d'onde) de la lumière. Trois récepteurs, sensibles respectivement à la lumière bleue, rouge et verte, sont combinés pour produire un pixel, et l'assemblage de ces pixels sur l'ensemble du capteur permet de reconstruire l'image

2. les étapes de l'algorithme de Gradient Descent: **chaque étape**

**Etape 1 : Initialisation de a et b aléatoirement**

**Etape 2 : Calculer la pente de la Fonction Coût, c'est-à-dire la dérivée de  $J(a, b)$ .**

**Etape 3 : Evoluer d'une certaine distance  $\alpha$  dans la direction de la pente la plus forte. Cela a pour résultat de modifier les paramètres  $a$  et  $b$**

$$a = a - \alpha \partial J(a, b) / \partial a$$

$$b = b - \alpha \partial J(a, b) / \partial b$$

**Etape 4 : Recommencer les étapes 2 et 3 jusqu'à atteindre le minimum de  $J(a, b)$ .**

0.75

**3. Les principales étapes de la stéréovision chaque étape**

**le calibrage :** nous nous intéressons aux deux ensembles de paramètres intrinsèques définis par les matrices  $K$  et  $K'$  et à la position et l'orientation relative des deux caméras définies par la transformation rigide  $T_s$ .

**la mise en correspondance ou l'appariement :** Le but de cette étape est de retrouver les primitives homologues dans les deux images. Donc elle vise à trouver, pour un point donné dans une image, son point correspondant dans l'autre image.

**la reconstruction 3D par triangulation :** Consiste à déterminer l'intersection dans l'espace des deux droites projectives. Par conséquent, il est nécessaire d'exprimer ces deux droites par rapport à un référentiel commun, par exemple celui de la caméra gauche. Pour y parvenir, nous allons chercher à exprimer une relation géométrique entre les deux caméras.

**Exercice 2 (6 pts) :**

- Focale de la caméra :  $f = 20\text{mm} = 0,02\text{m}$
- $k_x = k_y = 41000 \text{ pixels/m}$
- longueur du segment (sur la figure) =  $0,05 \text{ m}$

$P_{\text{monde}}(0,05,0,0)^t$

- distance du segment à la caméra =  $0,5$

Vecteur de translation  $(0,0,5)$

- $u_0 = c_x = 50$

$v_0 = 80 = c_y$

**1. Transformation 1 : repere monde vers repere camera**

$$(X_C, Y_C, Z_C, 1)^t = TR (X_m, Y_m, Z_m, 1)^t$$

$$TR = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & T_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & T_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & T_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

matrice rotation      vecteur translation

0,5

L'angle de rotation =  $0^\circ$  DONC  $TR = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & T_x \\ 0 & 1 & 0 & T_y \\ 0 & 0 & 1 & T_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

0,5

$$(X_c, Y_c, Z_c, 1)^t = (0,05, 0,5, 1)^t$$

2. Transformation 2: repere caméra vers repere capteur

$$x = f \frac{X_c}{Z_c}$$

$$y = f \frac{Y_c}{Z_c}$$

1

ou

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix}$$

1

$$x = 2 * 10^{-4} \quad y = 0$$

3. Transformation 2: repere capteur vers repere image

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_x & 0 & c_x \\ 0 & k_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

1

0,5

$$U = 58,2 \quad V = 80$$

Deuxième solution

Par l'utilisation de ces deux formules :

$$u = f_x \frac{r_{11}X + r_{12}Y + r_{13}Z + t_x}{r_{31}X + r_{32}Y + r_{33}Z + t_z} + c_x$$

$$v = f_y \frac{r_{21}X + r_{22}Y + r_{23}Z + t_y}{r_{31}X + r_{32}Y + r_{33}Z + t_z} + c_y$$

**Exercice3 (8pts) :**

1. Les étapes de l'algorithme de k-means : **chaque étape**

0,5

1- Choix aléatoire de la position initiale des K clusters.

2- Affecter les objets à un cluster suivant un critère de minimisation des distances (généralement selon une mesure de distance euclidienne).

3- Une fois tous les objets placés, recalculer les K centroïdes.

4- Répéter les étapes 2 et 3 jusqu'à ce que plus qu'aucune réaffectation ne soit faite.

0,5

2. k-means est une méthode de l'apprentissage non supervisé et dans l'apprentissage supervisé, la machine reçoit un Dataset où les exemples ( $x$ ) sont étiquetés d'une valeur ( $y$ ) (on appelle ça un Labelled Dataset). Il est alors possible de trouver une relation générale qui relie ( $X$ ) à ( $y$ ). Dans l'apprentissage non-supervisé, nous ne pouvons pas faire cela, parce qu'il manque la variable ( $y$ ) à notre Dataset. Il est donc Unlabelled.

3.

**Iteration 0**

**C1 (2, 10) , C2 (2,8), C3 (8,4)**

0,5

en utilise la distance euclidienne ( avec un exemple de calcul)

	A	B	C	D	E	F	G	H
C <sub>1</sub>	0			3,6	7,07	7,21	8,06	2,22
C <sub>2</sub>		0		3	5,83	5,65	6,08	2,23
C <sub>3</sub>			0	5	1,41	2	7,28	6,40

1

CLASSE C<sub>1</sub> contient : A ,H

CLASSE C<sub>2</sub> contient : B ,D ,G

0,75

CLASSE C<sub>3</sub> contient : C ,E,F

**Itération 1**

**C<sub>1</sub> devient (3 ; 9,5)**

0,75

**C<sub>2</sub> devient (2,66 ; 6)**

**C<sub>3</sub> devient (7 ; 4,33)**

	A	B	C	D	E	F	G	H
C <sub>1</sub>	1,11	1,8	7,43	2,5	6,02	6,26	7,76	1,11
C <sub>2</sub>	4,05	2,1	5,7	3,07	4,45	3,89	4,33	3,28
C <sub>3</sub>	7,55	6,20	1,05	4,17	0,67	1,05	6,43	5,55

1

CLASSE C<sub>1</sub> contient : A ,B,D,H

CLASSE C<sub>2</sub> contient : G

CLASSE C<sub>3</sub> contient : C ,E,F

0,5

**Itération2**

**$C_1$  devient (3,25 ; 8,75)**



1

**$C_2$  devient (1 ; 2)**

**$C_3$  devient (7 ; 4,33)**

On retrouve la même classification que l'étape précédente, on arrête l'algorithme.