

Ministry of Higher Education
and Scientific Research
M'hamed Bougara University
Boumerdes



وزارة التعليم العالي
و البحث العلمي
جامعة امحمد بوقرة
بومرداس

كلية التكنولوجيا

Faculty of Technology

Concours d'accès à la formation 3^{ème} cycle au titre de l'année universitaire
2021/2022 du 03/03/2022

Filière : Electronique
Spécialité : Electronique
Epreuve 2 : Vision artificielle
Coefficient : 03
Durée : 2 h 00 min

الشعبة: الالكترونىك
التخصص: الالكترونىك
الموضوع الثاني: الرؤية الاصطناعية
المعامل: 03
المدة: 2 ساءو 00 د

Variant 1 (English)

Exercise 1: (7 pts)

Choose the correct answer (write the letter of the corresponding answer)?

Question	Choice
1- Aliasing in images means:	A ☐ : Image alignment B ☐ : Bore measurement C ☐ : Folding spectrum
2- JPEG encoding uses:	A ☐ : Fourier transform B ☐ : Discrete cosine transform C ☐ : Wavelet transform
3- Histogram equalization allows:	A ☐ : To have the same gray level throughout the image B ☐ : Improve the contrast C ☐ : Decrease the contrast
4- The erosion of an object in an image:	A ☐ : Shrinks the shape of the object B ☐ : Increases the shape of the object C ☐ : Has no effect on the object
5- In deep learning, the pooling is a technique of :	A ☐ Reducing the size of images B ☐ Edge detection C ☐ Image restoration
6- In computer vision, epipolar geometry consists of:	A ☐ Calculate pixel positions in polar coordinates B ☐ Restore three-dimensional information from images C ☐ Perform orthogonal projection
7- In machine learning, regularization allows to:	A ☐ : Limit overfitting B ☐ : Regulate the histogram C ☐ : Limit the calculation time

Exercise 2: (7 pts)

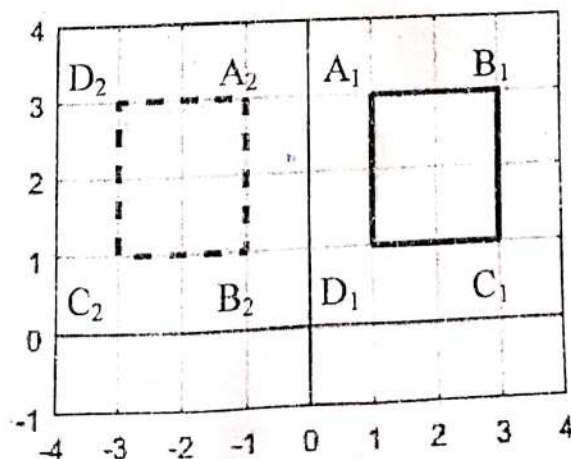
Consider an image I of size 10×10 pixels whose gray levels are coded in 4 bits and verify:

$$\begin{cases} I(i,j) = i + j; & i,j = 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 \\ \text{and if } (i+j) > 15 \text{ then } I(i,j) = 15 \end{cases}$$

- 1- Give the values of the image I ?
- 2- Calculate and represent the histogram H of the image I ?
- 3- Perform histogram equalization and plot the final histogram H_{eq} ?
- 4- An impulse noise is added to the image I such that: $I(1, 2) = 15$; $I(6, 1) = 0$; $I(2, 3) = 15$; $I(0, 3) = 0$; $I(7, 0) = 15$.
 - a) A median filter of size 3×3 is applied to pixels $I(1, 2)$, $I(6, 1)$, and $I(2, 3)$. Give the new pixel values after filtering? Detail the calculation?
 - b) Give two methods for computing output pixels at the boundaries?
 - c) Using both methods apply median filtering to pixels $I(0,3)$ and $I(7,0)$?
- 5- Redo the same questions (4.a and 4.c) with an averaging filter of size 3×3 ?
- 6- What is the best filter? Why?

Exercise 3: (6 pts)

- 1- Consider a geometric object ABC with $A(3, 4)$; $B(4, 2)$; $C(2, 2)$. Rotate this object through an angle $\theta = 90^\circ$ around the point $P(3, 3)$:
 - a) Give the transformation matrix in homogeneous coordinates and the algebraic equations?
 - b) Calculate the coordinates of the new object? Represent on a graph the two objects?
- 2- Consider an object $ABCD$ with $A(0, 2)$; $B(2, 2)$; $C(2, 0)$; $D(0, 0)$. Shear the object along the X axis at an angle $\beta = 45^\circ$:
 - a) Give the transformation matrix in homogeneous coordinates and the algebraic equations?
 - b) Calculate the coordinates of the new object? Represent on a graph the two objects?
- 3- Consider the square $A_1B_1C_1D_1$ of the figure below:
 - a) Give the names of the geometric transformations to transform the square $A_1B_1C_1D_1$ into the square $A_2B_2C_2D_2$? Give the values of all the parameters?
 - b) Give the matrices of geometric transformations in homogeneous coordinates?



Filière : Electronique
Spécialité : Electronique
Epreuve 2 : Vision artificielle
Coefficient : 03
Durée : 2 h 00 min

الشعبة: الالكترونىك
التخصص: الالكترونىك
الموضوع الثاني: الرؤية الاصطناعية
المعامل: 03
المدة: 2 ساو 00 د

Corrigé Variante 1

Exercice 1 : (7 pts)

Choisir la bonne réponse (écrire la lettre de la réponse correspondante) ?

Question		Réponse
1- Le phénomène d'aliasing dans les images signifie :	(1 pt)	C ☐ : Repliement de spectre
2- Le codage JPEG utilise la transformée :	(1 pt)	B ☐ : En cosinus discrète
3- L'égalisation d'histogramme permet :	(1 pt)	B ☐ : D'augmenter le contraste
4- L'érosion d'un objet dans une image :	(1 pt)	A ☐ : Rétrécit la forme de l'objet
5- En deep learning, le pooling est une technique de :	(1 pt)	A ☐ Réduction de la taille des images
6- En vision artificielle, la géométrie épipolaire consiste à :	(1 pt)	B ☐ Restituer l'information tridimensionnelle à partir d'images
7- En apprentissage artificiel, la régularisation permet de :	(1 pt)	A ☐ : Limiter le sur-apprentissage

Exercice 2 : (7 pts)

$$\begin{cases} I(i,j) = i + j; & i,j = 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 \\ \text{et Si } (i + j) > 15 \text{ alors } I(i,j) = 15 \end{cases}$$

1- Construction de l'image I (values):

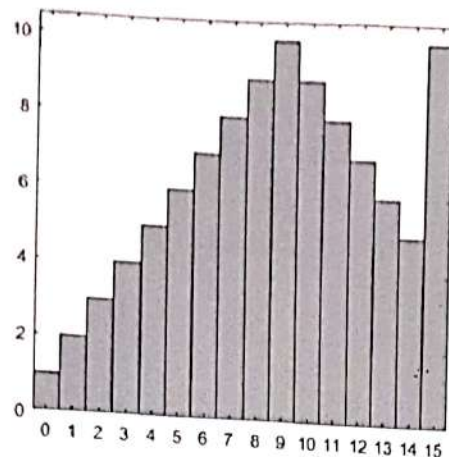
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	8	9	10	11	12	13	14	15	15
8	9	10	11	12	13	14	15	15	15
9	10	11	12	13	14	15	15	15	15

(1 pt)

2- Calcul et représentation de l'histogramme (H) de l'image I :

$$H = [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9 \ 10 \ 9 \ 8 \ 7 \ 6 \ 5 \ 10];$$

(0.5 pt)



(0.25 pt)

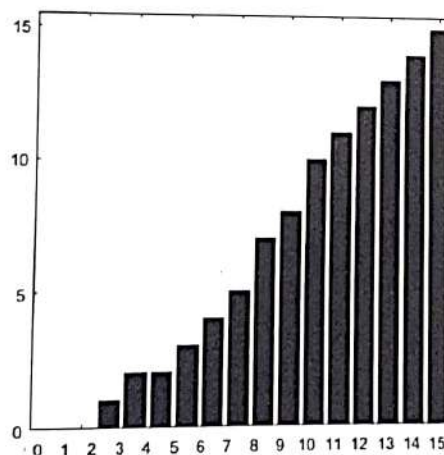
3- Egalisation d'histogramme et représentation de l'histogramme final (Heq) :

$$H_{eq} = \frac{Ng_{max}}{Taille_image} \times \sum_{j=0}^k H_j$$

Avec $Ng_{max} = 15$; $Taille_image = 10 \times 10 = 100$; $\sum_{j=0}^k H_j$ est l'histogramme cumulé.

Heq	0,15	0,45	0,9	1,5	2,25	3,15	4,2	5,4	6,75	8,25	9,6	10,8	11,85	12,75	13,5	15
Heq Arrond	0	0	1	2	2	3	4	5	7	8	10	11	12	13	14	15

(0.5 pt)



(0.25 pt)

4- a) Filtre médian 3×3 pour $I(1, 2)$, $I(6, 1)$, et $I(2, 3)$. Les nouvelles valeurs des pixels après filtrage :

Pour $I(1, 2) = 15$. Après tri : 0 1 2 2 3 4 4 15 15 → La nouvelle valeur $I(1, 2) = 3$ (0.25 pt)

Pour $I(6, 1) = 0$. Après tri : 0 5 6 6 7 8 8 9 15 → La nouvelle valeur $I(6, 1) = 7$ (0.25 pt)

Pour $I(2, 3) = 15$. Après tri : 4 4 5 5 6 6 7 15 15 → La nouvelle valeur $I(2, 3) = 6$ (0.25 pt)

b) Les deux méthodes pour le traitement des bords (boundaries):

(0.25 pt)

- 'Zéro-Padding' : Mettre des zéros sur toute la circonférence de l'image. (0.25 pt)
- "Mirror" ou 'Miroir' ou 'Symétrie' : Créer la symétrie de l'image dans les 8 directions. (0.25 pt)

c) Filtrage médian aux pixels $I(0, 3)$ et $I(7, 0)$ avec les deux méthodes :

'0-Padding' : $I(0, 3) = 0$. Après tri : 0 0 0 0 2 4 4 5 15 → La nouvelle valeur $I(0, 3) = 2$ (0.25 pt)

$I(7, 0) = 15$. Après tri : 0 0 0 0 6 8 8 9 15 → La nouvelle valeur $I(7, 0) = 6$ (0.25 pt)

'Mirror' : $I(0, 3) = 0$. Après tri : 0 0 2 2 4 4 4 5 15 → La nouvelle valeur $I(0, 3) = 4$ (0.25 pt)
 $I(7, 0) = 15$. Après tri : 0 6 6 8 8 8 9 15 15 → La nouvelle valeur $I(7, 0) = 8$ (0.25 pt)

5- Filtre moyenneur (averaging filter):

a) Pour $I(1, 2)$, $I(6, 1)$, et $I(2, 3)$. Les nouvelles valeurs des pixels après filtrage moyen :

Pour $I(1, 2) = 15$. → La nouvelle valeur (moyenne) $I(1, 2) = 5.11 \approx 5$ (0.25 pt)

Pour $I(6, 1) = 0$. → La nouvelle valeur (moyenne) $I(6, 1) = 7.11 \approx 7$ (0.25 pt)

Pour $I(2, 3) = 15$. → La nouvelle valeur (moyenne) $I(2, 3) = 7.44 \approx 7$ (0.25 pt)

b) Filtrage moyen aux pixels $I(0, 3)$ et $I(7, 0)$ avec les deux méthodes :

'Zéro-Padding' : $I(0, 3) = 0$. → La nouvelle valeur (moyenne) $I(0, 3) = 3.33 \approx 3$ (0.25 pt)

$I(7, 0) = 15$. → La nouvelle valeur (moyenne) $I(7, 0) = 5.11 \approx 5$ (0.25 pt)

'Mirror' : $I(0, 3) = 0$. → La nouvelle valeur (moyenne) $I(0, 3) = 4$ (0.25 pt)

$I(7, 0) = 15$. → La nouvelle valeur (moyenne) $I(7, 0) = 8.33 \approx 8$ (0.25 pt)

6- Le meilleur filtre est le filtre médian car le bruit impulsionnel est de type sel & poivre. (Impulse noise, salt-and-pepper) (0.5 pt)

Exercice 3 : (6 pts)

1- Rotation du triangle de $\theta = 90^\circ$ autour de $P(3, 3)$:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -t_x \\ 0 & 1 & 0 & -t_y \\ 0 & 0 & 1 & -t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & t_x(1 - \cos \theta) + t_y \sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & t_y(1 - \cos \theta) - t_x \sin \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

(0.5 pt)

a) Matrice de transformation (R/P) en coordonnées homogènes : On a $z_1 = z$

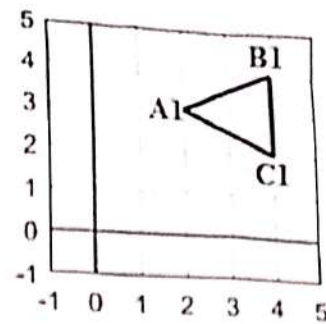
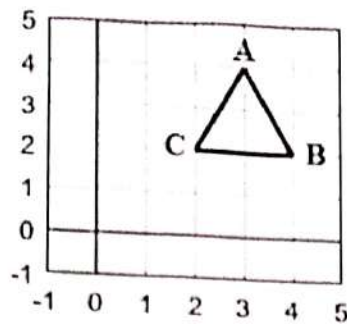
$$R/P = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & t_x(1 - \cos \theta) + t_y \sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta & t_y(1 - \cos \theta) - t_x \sin \theta \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow R/P = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 6 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (0.5 \text{ pt})$$

Les équations algébriques (comme on est sur le plan x, y , la dimension z est annulée):

$$\begin{cases} x_1 = -y + 6 \\ y_1 = x \end{cases} \quad (0.25 \text{ pt})$$

(3 x 0.25 pt)

b) Calcul des coordonnées de $A_1B_1C_1$: $A_1(2,3)$; $B_1(4,4)$; $C_1(4,2)$



(0.25 pt)

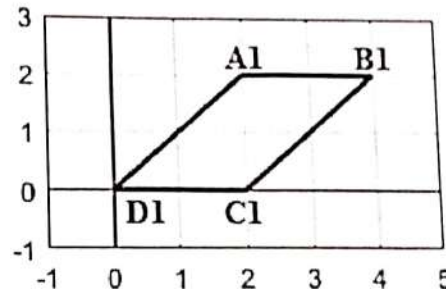
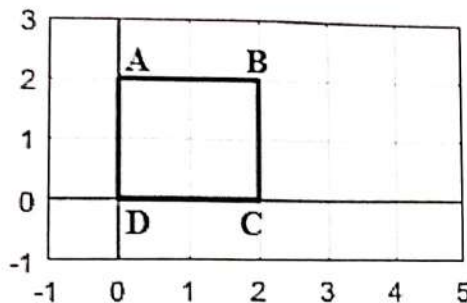
2- Un cisaillement (Shearing) au rectangle ABCD selon l'axe des X d'un angle de $\beta = 45^\circ$;

a) Matrice de transformation en coordonnées homogènes :

$$\begin{bmatrix} x1 \\ y1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tan(\beta) \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \rightarrow \text{Cisaillement Ci} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (0.5 \text{ pt})$$

Les équations algébriques : $\begin{cases} x1 = x + y \\ y1 = y \end{cases} \quad (0.25 \text{ pt})$

b) Calcul des coordonnées de $A_1B_1C_1D_1$: $A_1(2,2)$; $B_1(4,2)$; $C_1(2,0)$; $D_1(0,0)$ (4 x 0.25 pt)



(0.5 pt)

3- a) Les transformations géométriques pour passer de $A_1B_1C_1D_1$ à $A_2B_2C_2D_2$ + les paramètres :

1 ^{ère} méthode		2 ^{ème} méthode
• Rotation de $\theta = -90^\circ$ autour de $P(2, 2)$	(0.25 pt)	• Translation de $T_x = -4$ et $T_y = 0$
• Translation de $T_x = -4$ et $T_y = 0$	(0.25 pt)	• Rotation de $\theta = -90^\circ$ autour de $P(-2, 2)$

b) Les matrices des transformations géométriques en coordonnées homogènes :

1 ^{ère} méthode		2 ^{ème} méthode
• Rotation R $R = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & t_x(1 - \cos \theta) + t_y \sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta & t_y(1 - \cos \theta) - t_x \sin \theta \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $R = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	(0.5 pt)	• Translation T $T = \begin{bmatrix} 0 & 1 & T_x \\ 0 & 0 & T_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -4 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
• Translation T $T = \begin{bmatrix} 0 & 1 & T_x \\ 0 & 0 & T_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -4 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	(0.5 pt)	• Rotation R $R = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & t_x(1 - \cos \theta) + t_y \sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta & t_y(1 - \cos \theta) - t_x \sin \theta \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $R = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$