

Exercice 01. (15 points)

Soit I et I' deux images représentées, respectivement, par les deux matrices suivantes :

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	13	12	11	12	12	11	11	11
1	13	12	11	12	12	11	11	11
2	13	12	7	6	5	4	10	12
3	13	12	7	6	5	4	10	12
4	13	12	7	6	5	4	10	12
5	13	12	7	6	5	4	10	12
6	13	12	11	10	10	10	10	11
7	13	12	11	12	12	11	11	11

I

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	169	144	121	144	144	121	121	121
1	169	144	121	144	144	121	121	121
2	169	144	49	36	25	16	100	144
3	169	144	49	36	25	16	100	144
4	169	144	49	36	25	16	100	144
5	169	144	49	36	25	16	100	144
6	169	144	121	100	100	100	100	121
7	169	144	121	144	144	121	121	121

I'

- 1- Donner l'histogramme des deux images.
- 2- Quelle est la relation entre I et I' ?
- 3- Donner un algorithme simple qui permet d'effectuer la transformation linéaire d'image.
- 4- Appliquer cette transformation sur l'image I.
- 5- Montrer comment procéder pour améliorer cet algorithme.
- 6- Soit H_1 et H_2 les filtres de convolution définis, respectivement, par les noyaux suivants :

$$H_1 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_2 = \frac{1}{15} \times \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

- 7- A quel type de filtres correspondent les filtres H_1 et H_2 ?
- 8- Appliquer les deux filtres sur l'image I.
- 9- Soit H_3 un filtre médian de taille 3×3 , appliquer ce filtre sur l'image I.
- 10- Comparer et discuter les résultats obtenus par les trois filtres H_1 , H_2 et H_3 .

Solution :

- 1- Les histogrammes.

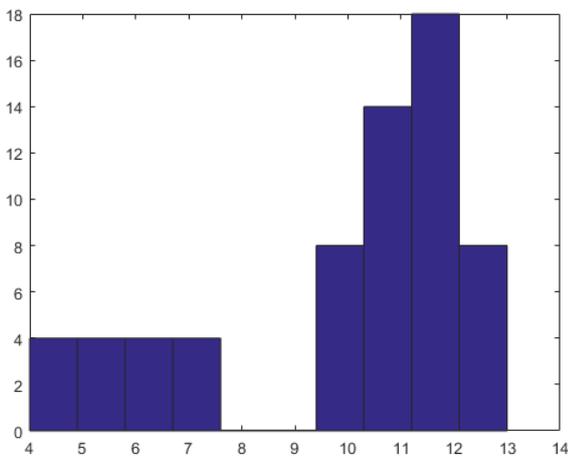


Image I

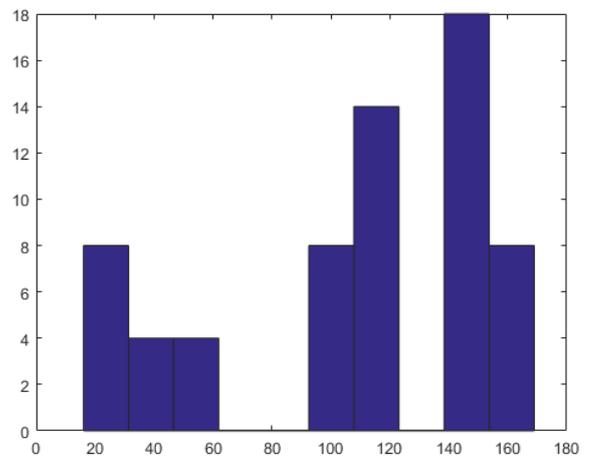


Image I'

- 2- $I' = I^2$

3- Transformation linéaire d'image.

$$s = T(r) = \frac{255}{(\max - \min)}(r - \min)$$

Méthode simple

Pour i=1 à N

Pour j=1 à M

$$I'(i,j) = 255*(I(i,j)-\min I)/(\max I - \min I);$$

4- Application de la transformation linéaire sur l'image I.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	255	227	198	227	227	198	198	198
1	255	227	198	227	227	198	198	198
2	255	227	85	57	28	0	170	227
3	255	227	85	57	28	0	170	227
4	255	227	85	57	28	0	170	227
5	255	227	85	57	28	0	170	227
6	255	227	198	170	170	170	170	198
7	255	227	198	227	227	198	198	198

5- Montrer comment procéder pour améliorer cet algorithme.

Utilisation d'une LUT (Look Up Table)

/* Initialisation de la LUT */

Pour i=0 à 255

$$LUT[i] = 255*(i-\min I)/(\max I - \min I);$$

/* Transformation d'histogramme */

Pour i=1 à N

Pour j = 1 à M

$$I'(i,j) = LUT[I(i,j)];$$

6- Soit H_1 et H_2 les filtres de convolution définis, respectivement, par les noyaux suivants :

$$H_1 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_2 = \frac{1}{15} \times \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

7- Types des filtres H_1 et H_2 :

H_1 : Filtre passe bas (détection de contour)

H_2 : Filtre passe haut (Lissage)

8- Application des deux filtres sur l'image I :

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	2	8	0
2	0	0	0	0	0	14	24	0
3	0	0	0	0	0	20	32	0
4	0	0	0	0	0	20	32	0
5	0	0	0	0	0	15	25	0
6	0	0	0	0	0	4	10	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

H_1

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

H_2

9- Application du filtre H_3 sur l'image I :

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	11	11	11	11	11	11	0
1	12	12	12	11	11	11	11	11
2	12	12	11	7	6	10	11	10
3	12	12	7	6	5	5	10	10
4	12	12	7	6	5	5	10	10
5	12	12	10	7	6	10	10	10
6	12	12	11	10	10	10	11	10
7	0	11	11	10	10	10	10	0

10- Comparaison et discussion des résultats obtenus par les trois filtres H_1 , H_2 et H_3 :

- Le filtre H_1 est un filtre passe bas qui permet de détecter les contours verticaux,
- Le filtre H_2 est permet la réduction de bruit en diminuant le contraste de l'image,
- Le filtre H_3 permet de supprimer le bruit dans l'image en utilisant la propriété de la médiane pour supprimer les valeurs aberrantes.

Exercice 02. (5 points)

Soit les images binaires A, B, C, et D de taille 16×16 pixels représentées dans les figures suivantes :

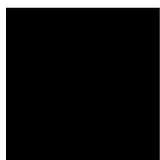


Image A

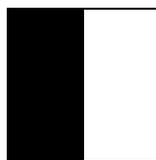


Image B

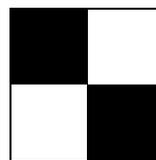


Image C

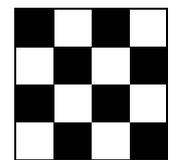


Image D

- 1- Calculer la taille de ces images en octets.
- 2- Donner l'histogramme de chacune des images A, B, C, et D.
- 3- Calculer les opérations suivantes : A AND D, A OR D, NOT C AND C, B XOR D
- 4- Donner les formules des opérations d'addition, soustraction et multiplication d'images. Donner un exemple d'application pour chaque opération.
- 5- Calculer les opérations suivantes : C + D, B - C, B × D, B × (C + D)

Solution :

- 1- La taille des images = 16*16 = 256 bits = 32 octets.
- 2- Histogrammes :

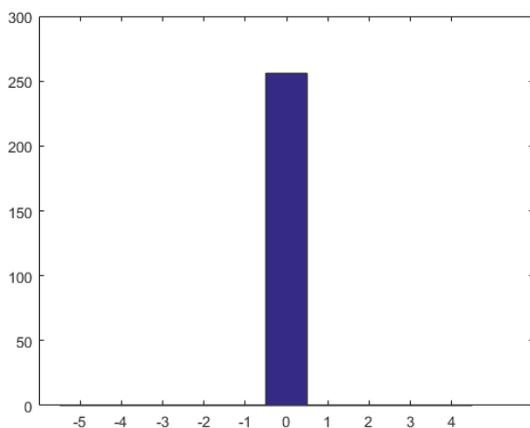
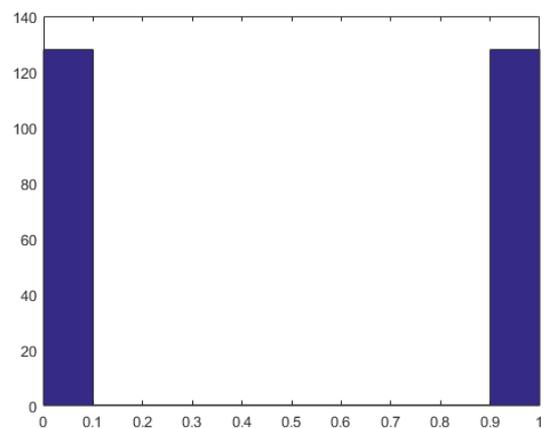


Image A

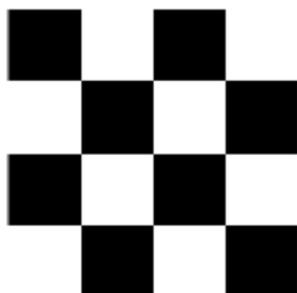


Images B, C et D

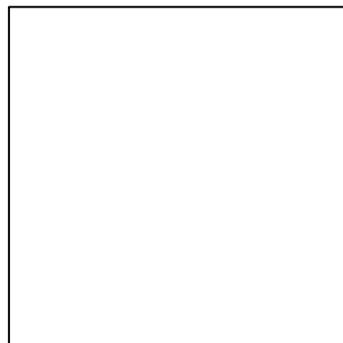
3- Calcul des opérations logiques entre images :



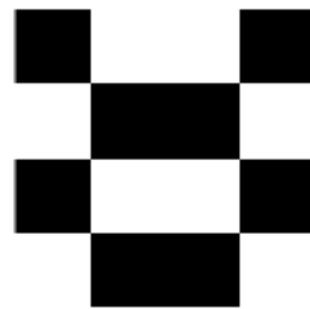
A AND D



A OR D



NOT C AND C



B XOR D

4- Les formules des opérations d'addition, soustraction et multiplication d'images :

Addition :

- Si f et g sont deux images, on peut définir l'addition R pixel à pixel de ces deux images par:

$$R(x,y) = \text{Min}(f(x,y)+g(x,y) ; 255)$$

- L'addition d'images peut permettre
 - De diminuer le bruit d'une vue dans une série d'images
 - D'augmenter la luminance en additionnant une image avec elle-même

Soustraction :

- On peut définir la soustraction S pixel à pixel de deux images f et g par :

$$S(x,y) = \text{Max}(f(x,y)-g(x,y) ; 0)$$

- La soustraction d'images peut permettre
 - Détection de défauts
 - Détection de mouvements

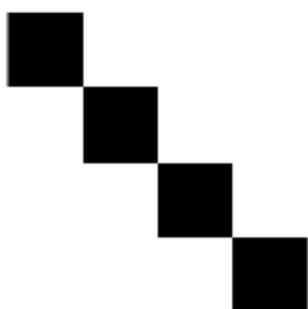
Multiplication :

- La multiplication S d'une image f par un ratio (facteur) peut se définir par:

$$S(x,y) = \text{Max}(f(x,y)*ratio ; 255)$$

- La multiplication d'images peut permettre d'améliorer le contraste ou la luminosité

5- Calcul des opérations arithmétiques entre images :



C + D



B - C



B x D



B x (C + D)