

Questions de cours : (7 pts) (Questions 1- 4 → 01 point chaque / les autres → 0,5 chaque)

1. Quelles sont les limitations d'un système visuel humain par rapport au système visuel artificiel ?
2. Quelle est la différences entre le *traditional programming* et le *machine learning* ?
3. Lorsque on décale horizontalement un histogramme, le contraste ou la luminance qui sera modifiée ?
4. Citer deux techniques pour améliorer le contraste d'une image ?
5. Citer un avantage et un inconvénient d'un filtre fréquentiel passe-haut ?
6. Quelle est la différences entre l'échantillonnage et la quantification des images numériques ?
7. Le filtre médian est un filtre non linéaire, oui non ?
8. L'opérateur LoG = filtre gaussien + la première dérivée de l'image, oui non ?
9. L'extraction d'un contour nécessite toujours l'estimation de gradient, oui non ?
10. Quel est l'effet d'un filtrage par la matrice de convolution suivante ?

- Un flou
 Un éclaircissement
 Aucun effet (image inchangée)

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |

Exercice 01 : (10 pts)

Soit l'image I à niveaux de gris (codée sur 4 bits) de taille 11×10 pixels.

- 1- Définir le contraste et calculer sa valeur dans cette image I ?
- 2- Tracer l'histogramme de l'image I ?
- 3- Binariser l'image I de façon à séparer l'emoji (visage souriant) du fond ? donner la valeur de seuil S et représenter l'image binaire I_b ?
- 4- Un bruit est ajouté à l'image I tel que:

$$I(2,2)=0, I(10,10)=15, I(8,4)=0, I(6,9)=15$$

- 4.1- Quel est le type de ce bruit ?
- 4.2- Appliquer un filtre moyenneur (équitable) et un filtre médian de taille 3×3 sur les pixels bruités ?

| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 12 | 9 | 9 | 2 | 2 | 2 | 2 | 9 | 9 | 12 | 12 |
| 12 | 9 | 2 | 7 | 7 | 7 | 7 | 2 | 9 | 12 | 12 |
| 12 | 2 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 7 | 2 | 12 | 12 |
| 12 | 2 | 7 | 2 | 4 | 4 | 2 | 7 | 2 | 12 | 12 |
| 12 | 2 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 7 | 2 | 12 | 12 |
| 12 | 2 | 7 | 2 | 4 | 4 | 2 | 7 | 2 | 12 | 12 |
| 12 | 2 | 7 | 4 | 2 | 2 | 4 | 7 | 2 | 12 | 12 |
| 12 | 9 | 2 | 7 | 7 | 7 | 7 | 2 | 9 | 12 | 12 |
| 12 | 9 | 9 | 2 | 2 | 2 | 2 | 9 | 9 | 12 | 12 |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

4.3- Quel filtre est plus adapté ? justifier ?

5- Maintenant, on veut corriger le contraste de l'image I par l'égalisation de l'histogramme:

- 5.1- Citer les 4 étapes principales pour réaliser l'égalisation de l'histogramme ?
- 5.2- Donner les nouvelles valeurs des pixels suivants: (2,4), (4,4), (8,8), (2,2), (11,10).

Exercice 02 : (3 pts)

Soit les trois masques de filtres suivants:

$$h1 = X \cdot \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}, \quad h2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}, \quad h3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

- 1- Nommer ces trois filtres ? Pour $h1$, quelle est la valeur appropriée de X ?
- 2- Lesquels parmi ces trois filtres utilisés pour la détection de contours ? Mentionner un avantage et un inconvénient de chaque un ?
- 3- Tracer le schéma de principe de la détection de contours en utilisant le gradient ?

Corrigé-type de l'examen S3

Matière: Vision Artificielle

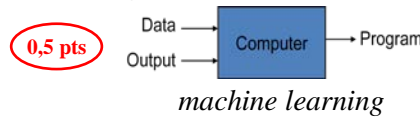
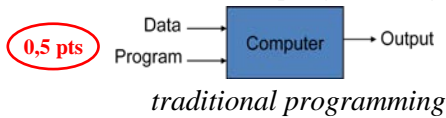
Questions de cours : (07 pts)

1. Les limitations d'un système visuel humain par rapport au système visuel artificiel sont :

- problèmes d'échelle,
- la haute résolution,
- les gammes invisibles de la lumière,
- la rapidité (plusieurs images par secondes),
- la continuité et la puissance de calcul.

01 point

2. La différence entre *traditional programming* et *Machine learning* :



3. Lorsque on décale horizontalement un histogramme, la luminance qui sera modifiée.

01 point

4. Deux techniques pour améliorer le contraste d'une image : Extension linéaire et égalisation de l'histogramme.

01 point

5. **Un avantage** d'un filtre fréquentiel passe-haut : Garder les hautes fréquences pour présenter les contours,
Un inconvénient : Sensible au bruit.

0,5 pts

6. **L'échantillonnage** : la discrétisation des coordonnées de l'image (la résolution spatiale qui donne la taille de pixel). **La quantification** : la discrétisation des intensités de l'image (la résolution spectrale qui donne les niveaux de gris).

0,5 pts

7. Le filtre médian est un filtre non linéaire (**Oui**).

0,5 pts

8. L'opérateur **LoG** = filtre gaussien + la première dérivée d'une image (**Non**).

0,5 pts

9. L'extraction d'un contour nécessite toujours l'estimation de gradient (**Non**).

0,5 pts

10. Quel est l'effet d'un filtrage par la matrice de convolution suivante ?

Un flou

Un éclaircissement

Aucun effet (image inchangée)

0,5 pts

| | | |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |

Exercice 01 : (10 pts)

1- Le contraste : qualité de la dynamique des intensités de l'image:

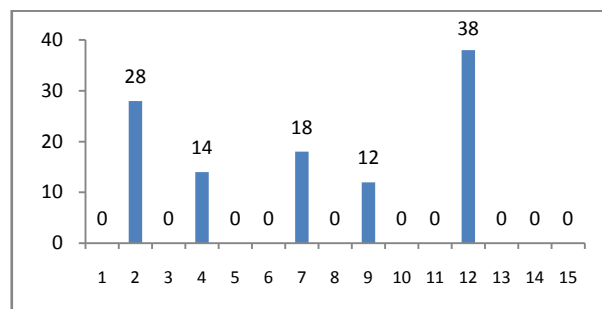
0,5 pts

$$c = \frac{Val_{max} - Val_{min}}{Val_{max} + Val_{min}} = \frac{12 - 2}{12 + 2} = 0.71$$

0,5 pts

2- L'histogramme de l'image *I*:

01 point



3- Représentation de l'image binaire Ib ($S = 3$)

0,75 pts Si $I(i, j) \geq 3$, $Ib(i, j) = 1$
Sinon $Ib(i, j) = 0$

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

0,5 pts

4.1- le type du bruit rajouté : bruit impulsionnel (poivre et sel) 0,5 pts

4.2- Filtrage du bruit rajouté:

| Pixel | Valeur initiale | valeur bruitée | Filtre moyenneur | Filtre médian |
|------------|-----------------|----------------|------------------|---------------|
| $I(2,2)$ | 9 | 0 | 9 | 12 |
| $I(10,10)$ | 12 | 15 | 8 | 9 |
| $I(8,4)$ | 4 | 0 | 4 | 4 |
| $I(6,9)$ | 2 | 15 | 8 | 7 |

02 points

4.3- Le filtre le plus adapté:

$$Erreur_{moyenneur} = (9 - 9)^2 + (12 - 8)^2 + (4 - 4)^2 + (2 - 8)^2 = 52$$

$$Erreur_{médian} = (9 - 12)^2 + (12 - 9)^2 + (4 - 4)^2 + (2 - 7)^2 = 43$$

01 point

Tant que $Erreur_{méd} < Erreur_{moy}$, donc le filtre médian est le plus adapté.

5.1- Les 4 étapes de l'égalisation de l'histogramme sur l'image I sont :

A- Calcul de l'histogramme : 0,5 pts

$Hist(I) =$

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|---|----|---|---|----|---|----|---|---|----|---|---|---|
| 0 | 0 | 28 | 0 | 14 | 0 | 0 | 18 | 0 | 12 | 0 | 0 | 38 | 0 | 0 | 0 |
|---|---|----|---|----|---|---|----|---|----|---|---|----|---|---|---|

B- Normalisation de l'histogramme : 0,5 pts

$HistN(I) =$

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------|---|------------------|---|---|------------------|---|------------------|---|---|------------------|---|---|---|
| 0 | 0 | $\frac{2}{110}$ | 0 | $\frac{14}{110}$ | 0 | 0 | $\frac{18}{110}$ | 0 | $\frac{12}{110}$ | 0 | 0 | $\frac{38}{110}$ | 0 | 0 | 0 |
|---|---|-----------------|---|------------------|---|---|------------------|---|------------------|---|---|------------------|---|---|---|

C- Calcul de l'histogramme cumulé : 0,5 pts

$C(I) =$

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|---|---|---|
| 0 | 0 | $\frac{2}{110}$ | $\frac{28}{110}$ | $\frac{42}{110}$ | $\frac{42}{110}$ | $\frac{60}{110}$ | $\frac{60}{110}$ | $\frac{72}{110}$ | $\frac{72}{110}$ | $\frac{72}{110}$ | 1 | 1 | 1 | 1 |
|---|---|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|---|---|---|

D- Transformation de niveaux de gris de l'image :

$$I_2(i, j) = C[I(i, j)] * 15 \quad 0,5 pts$$

5.2- Les nouvelles valeurs des pixels après l'égalisation de l'histogramme:

| Pixel | Valeur initiale dans l'image I | Nouvelle valeur dans l'image I_2 |
|------------|----------------------------------|------------------------------------|
| $I(2,4)$ | 2 | 4 |
| $I(4,4)$ | 4 | 6 |
| $I(8,8)$ | 7 | 8 |
| $I(2,2)$ | 9 | 10 |
| $I(11,10)$ | 12 | 15 |

1.25 points

Exercice 02 : (3 pts)

1- $h1 = X \cdot \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ est filtre de lissage **gaussien**. 0.25 points

$h2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$ est un filtre de **Sobel** selon y. 0.25 points

$h3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ est un filtre de **Laplacian** en 8 directions. 0.25 points

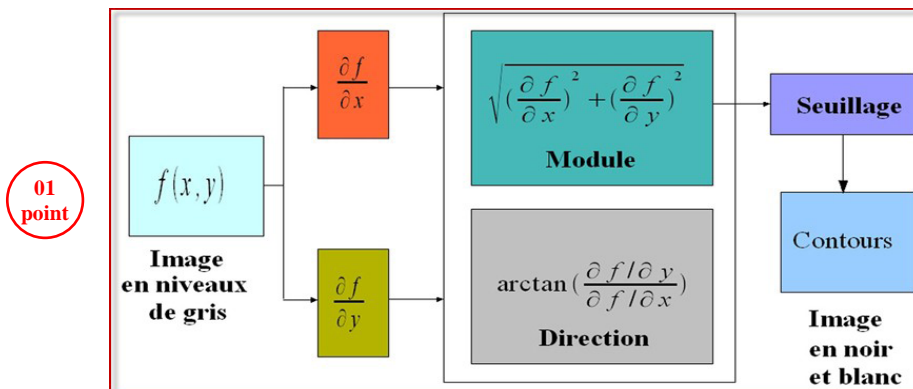
La valeur de $X = \frac{1}{16}$. 0.25 points

2- Parmi ces trois filtres, Sobel et Laplacian sont utilisés pour la détection de contours:

| | Sobel | Laplacian |
|---------------------|---|--|
| Avantage | - Absorbe considérablement le bruit - Facile et rapide de leur traitement - Plus robustes | Aux points de contour, la deuxième dérivée est nulle (Contours précis) |
| Inconvénient | - Ils ne peuvent pas éliminer tout le bruit - Les contours obtenus sont souvent assez larges - Moins précis + Problème de seuillage | - Sensible au bruit - Problème de seuillage |

01 point

3- Le schéma de principe de la détection de contours en utilisant le gradient :



01 point