

# Examen d'outils fondamentaux en traitement d'images

Calculatrice école autorisée

durée : 1 h 45

Document autorisé : feuille A4 recto-verso

mercredi 13 janvier 2016

## Partie de V. Mazet

*Merci de répondre aux questions de cette partie  
sur une copie distincte des questions de la seconde partie.*

### Exercice 1 (5 %)

Quelle est la taille (en octet) d'une image RVB de  $800 \times 600$  pixels où chaque valeur est codée sur un octet ?

### Exercice 2 (9 %)

Indiquez, pour chaque image (A, B, C, D) de la figure 1, quel est le spectre (1, 2, 3, 4) correspondant (seuls les modules sont représentés). Justifiez vos réponses en vous aidant des caractéristiques des images.

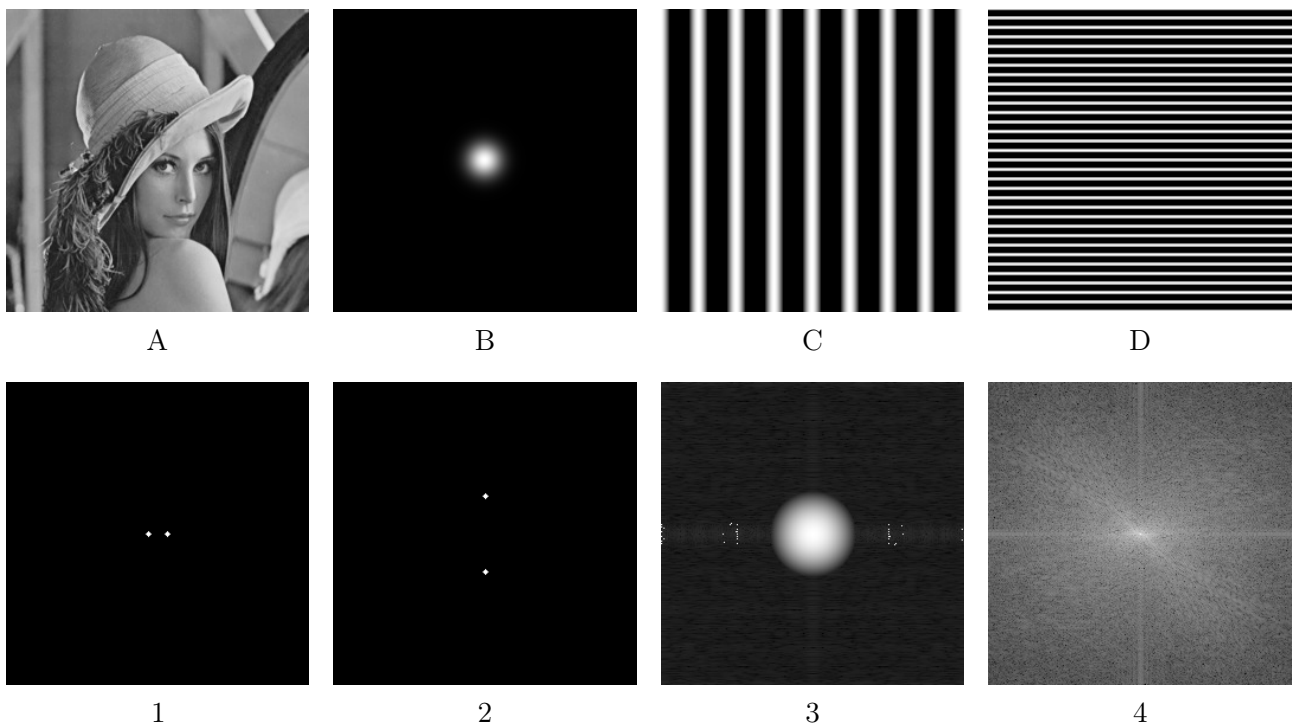


FIGURE 1: Images de l'exercice 2.

### Exercice 3 (5 %)

1. Quelle opération mathématique (dans le domaine spatial) correspond au filtrage d'une image ?
2. Quelle opération mathématique (dans le domaine fréquentiel) correspond au filtrage d'une image ?
3. Quel est l'intérêt d'effectuer le filtrage dans le domaine fréquentiel plutôt que dans le domaine spatial ?

**Exercice 4** (9 %)

1. On considère une image binaire contenant uniquement trois pixels non nuls aux coordonnées  $(3, 6)$ ,  $(6, 4)$  et  $(9, 3)$ . Représentez la transformée de Hough de cette image dans le plan  $(a, b)$  où  $a$  et  $b$  sont respectivement la pente et l'ordonnée à l'origine d'une droite.
2. Déduisez-en l'équation de la droite détectée.

**Exercice 5** (9 %)

1. Calculez le résultat de la convolution de l'image  $I$  par le filtre  $H$  (définis ci-dessous). Explicitez précisément l'hypothèse que vous faites sur les bords.

$$I = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad H = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

2.  $H$  est-il un filtre passe-bas ou passe-haut (justifiez) ?
3.  $H$  est-il séparable (justifiez) ? S'il est séparable, donnez les deux filtres correspondants.

**Exercice 6** (5 %)

Une webcam observe, de nuit, un lieu public mal éclairé. Il n'est pas possible de modifier les conditions de prise de vue.

1. Quel traitement préconisez-vous pour augmenter la luminosité des images ?
2. Quel traitement préconisez-vous pour mettre en évidence les changements, tel que le passage de piétons ?

Justifiez vos réponses !

**Exercice 7** (9 %)

Dans le cadre de la déconvolution, détaillez le principe du filtrage inverse : précisez l'objectif, le modèle supposé et l'expression du filtre. Expliquez également pourquoi cette méthode n'est pas applicable dans le cas d'une image réelle.

**Exercice 8** (9 %)

1. Calculez le résultat de l'érosion de l'image 2 avec l'élément structurant 3.
2. Même question pour une dilatation.

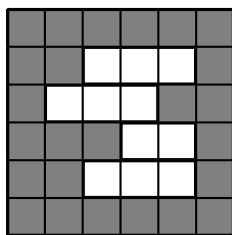


FIGURE 2: Image binaire.



FIGURE 3: Élément structurant ; le pixel central est identifié par le point (•).

### Exercice 9 (5 %)

On souhaite détecter les contours d'un objet sur une image fortement bruitée. Parmi les filtres suivants, lequel est le plus pertinent (expliquez pourquoi) ?

filtre passe-bas,  
filtre de Prewitt,

filtre gaussien,  
filtre de Sobel,

filtre moyenneur,  
filtre de Canny.

### Exercice 10 (10 %)

On dispose d'un grand nombre d'images biologiques représentant des cellules ; la figure 4 en représente un exemple. Pour information, l'histogramme et le module de la transformée de Fourier discrète associés à cette image sont également représentés. L'objectif est de déterminer le nombre de cellules sur chaque image : quelle méthode proposez-vous pour atteindre cet objectif ?

Il n'y a pas de réponse unique à cet exercice : vous serez évalués sur votre argumentaire et les hypothèses choisies.

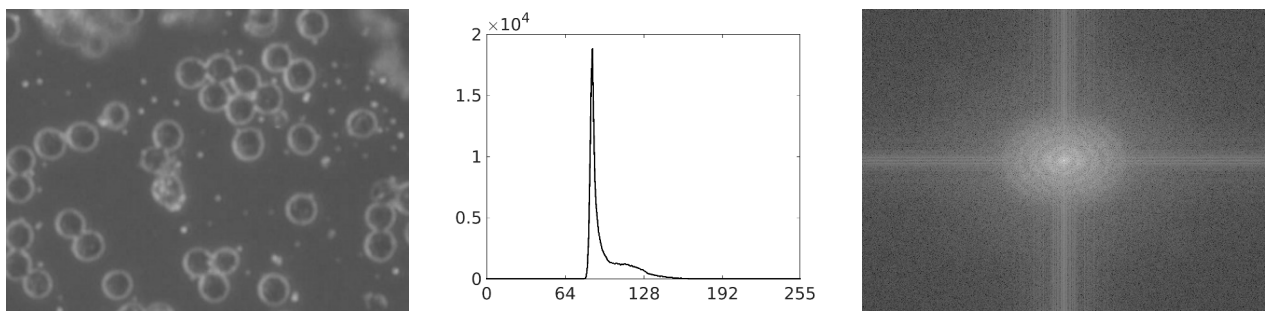


FIGURE 4: Image de cellules, son histogramme et le module de sa transformée de Fourier discrète.

## Partie de V. Noblet

*Merci de répondre aux questions de cette partie  
sur une copie distincte des questions de la première partie.*

### Exercice 11 (15 %)

Soit  $I$  une image en niveaux de gris dont les valeurs sont :

$$I = \begin{bmatrix} 6 & 3 & 5 & 4 & 6 & 4 & 7 \\ 6 & 5 & 5 & 9 & 5 & 4 & 5 \\ 6 & 5 & 9 & 7 & 8 & 6 & 4 \\ 5 & 8 & 9 & 10 & 9 & 8 & 4 \\ 5 & 4 & 5 & 4 & 6 & 4 & 6 \end{bmatrix}$$

L'image  $I$  correspond à une version bruitée d'une image originale  $I_{orig}$  dont les valeurs sont :

$$I_{orig} = \begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & 9 & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 9 & 9 & 9 & 5 & 5 \\ 5 & 9 & 9 & 9 & 9 & 9 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \end{bmatrix}$$

1. Calculer le rapport signal-à-bruit de l'image  $I$ .
2. Tracer l'histogramme de l'image  $I$ .
3. On souhaite binariser l'image  $I$  à l'aide d'un seuil. En observant l'histogramme, expliquer comment vous choisiriez empiriquement ce seuil. Représenter l'image ainsi binarisée.
4. On souhaite segmenter  $I$  grâce à une méthode de croissance de région. On choisira le point central de l'image comme point germe et on considèrera la 4-connexité comme voisinage. Le critère d'agrégation est le suivant : soit  $p_{courant}$  un pixel de l'objet et  $p_{test}$  un pixel dans le voisinage de  $p_{courant}$ , alors  $p_{test}$  est labellisé comme appartenant à l'objet si  $|I(p_{courant}) - I(p_{test})| \leq 1$ . Représenter le résultat de la segmentation ainsi obtenue.
5. Calculer pour les deux résultats de segmentation (seuillage et croissance de région) le coefficient Dice correspondant (rappel :  $Dice = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}$ ).
6. Proposer une méthode ou une série d'opérations permettant de segmenter parfaitement  $I$ .

### Exercice 12 (5 %)

Quels sont les quatre éléments à définir pour concevoir une méthode de recalage ? Pour chacun de ces éléments, donner un exemple de choix possible.

### Exercice 13 (5 %)

Donner trois exemples de classifieurs. Détailler le principe de fonctionnement de l'un d'entre eux.