

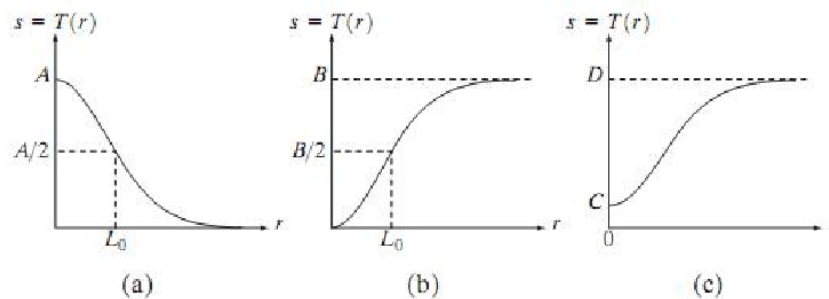
## Série d'exercices 2

### Traitement spatial

Janvier 2021

#### Exercice 1

Les fonctions exponentielles sont utilisées souvent pour transformer les intensités d'une image. Déterminer des fonctions simples pouvant être associées aux graphes suivants :



#### Exercice 2

Soit  $I$  une image de taille  $4 \times 4$ , codée sur 4 bits/pixel image

$$I = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 7 & 3 & 4 & 1 \\ \hline 1 & 2 & 0 & 3 \\ \hline 4 & 2 & 2 & 1 \\ \hline 0 & 3 & 5 & 1 \\ \hline \end{array}$$

1. Calculer le résultat de l'application des deux transformations suivantes :

$$s = T_1(r) = 5\sqrt{r}, \quad s = T_2(r) = 15 - 2r$$

2. Calculer les critères suivants :  $MAE$ ,  $MSE$  et  $PSNR$ .

#### Exercice 3

Une image a un histogramme normalisé pour lequel on est arrivé à trouver la forme analytique suivante :

$$h(r) = 6(r - r^2), r \in [0, 1]$$

On suppose donc ici que  $r$  correspond à un niveau de gris (1 correspond au blanc et 0 au noir).

- Tracer grossièrement cet histogramme et préciser quelle est la moyenne des niveaux de gris de cette image qualitativement et par calcul.

- Pourquoi  $\frac{1}{2}h(r)$  ne pourrait pas être une courbe d'histogramme normalisé ?
- Déterminer la transformation  $s = T(r)$  qui permettrait d'égaliser  $h(r)$ .
- Perd t-on de l'information quand on fait une égalisation d'histogramme sur une image numérique ?

#### Exercice 4

1. Il existe trois classes de transformations d'intensité en fonction de leur support. Lesquelles ? Citer un exemple de chaque classe.
2. Un nombre important de techniques de transformation d'intensités reposent sur l'histogramme.
  - (a) Donner un algorithme simple permettant de calculer l'histogramme d'une image
  - (b) Exprimer en termes de probabilités les notions d'histogramme, histogramme normalisé et histogramme cumulé.
  - (c) Comment calculer la moyenne, la variance et l'entropie à partir de l'histogramme ?  
On rappelle que l'entropie est définie par :

$$b = - \sum_{i=0}^{255} p_i \log_2(p_i)$$

où  $p_i$  est la probabilité de présence du niveau de gris  $i$ .

#### Exercice 5 Transformation d'intensité

1. Appliquer une égalisation de l'histogramme à l'image suivante (donner tous les détails nécessaires).

$$I = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 10 & 12 & 11 & 9 & 12 \\ \hline 15 & 11 & 9 & 10 & 6 \\ \hline 13 & 15 & 8 & 12 & 6 \\ \hline 9 & 6 & 7 & 11 & 8 \\ \hline 7 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

2. Tracer les histogrammes de l'image originale et de l'image égalisée.
3. Calculer la norme de l'image de différence entre l'image originale et l'image égalisée.

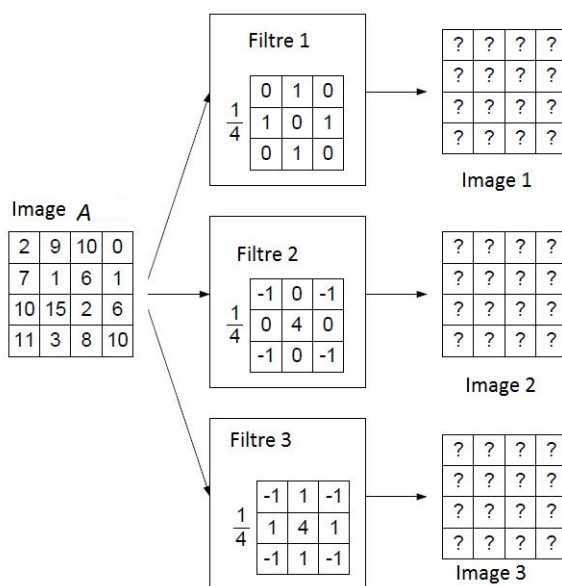
#### Exercice 6

Appliquer le filtre de moyenne à l'image suivante (en précisant la stratégie de gestion du bord) :

10	12	2	1
10	14	5	2
13	12	13	4
10	12	14	3

## Exercice 7

On applique différents filtres spatiaux à une image  $A$  de taille  $4 \times 4$  codée sur 4 bits.



1. Calculer l'image 1 en utilisant le zéro padding, et sans arrondir le résultat en entiers.
2. Calculer l'image 2 en utilisant le zéro padding, et sans arrondir le résultat en entiers.
3. En utilisant les résultats 1 et 2, calculer l'image 3 en utilisant le zéro padding, et sans arrondir le résultat en entiers.
4. Calculer le résultat de l'application du filtre de moyenne à l'image  $A$ , en utilisant le zéro padding pour traiter les pixels du bord.
5. Calculer le résultat de l'application du filtre du maximum et le filtre médian à l'image  $A$ , en utilisant le zéro padding.

## Exercice 8

On dispose d'une image  $I$  représentée par le tableau suivant :

$$I = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 175 & 150 & 114 & 86 & 79 \\ \hline 156 & 119 & 91 & 80 & 113 \\ \hline 132 & 93 & 80 & 96 & 174 \\ \hline 96 & 85 & 87 & 165 & 193 \\ \hline 87 & 82 & 153 & 192 & 194 \\ \hline \end{array}$$

1. Appliquer le filtre du maximum ( $3 \times 3$ ) à l'image  $I$  (la stratégie de gestion des bords doit être expliquée).
2. Calculer le Laplacien de l'image  $I$  :  $\Delta I$ .
3. Appliquer le filtre suivant à l'image  $I$  (préciser la stratégie de gestion des bords).

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

4. Quelle est la quantité approchée par ce filtre ?
5. Donner, **en le démontrant**, des filtres permettant de calculer le Gradient et le Laplacien d'une image.