



CORRIGÉ

EXAMEN

Année 2010-2011

On répondra directement sur les feuilles d'examen en indiquant en pied de page ses NOM et Prénom. L'usage de documents n'est pas autorisé.

1. Comprendre un histogramme

La figure 1 ci-contre représente l'histogramme d'une image dont chaque pixel est codé sur 8 bits non signés.

- a. Graduer avec soin l'axe des abscisses. Comment s'appelle cet axe et que représente-t-il ?

L'axe des abscisses représente les valeurs radiométriques r (ou comptes numériques) que peuvent prendre les pixels de l'image dans l'intervalle $[0, 2^8 - 1] = [0, 255]$

- b. Sachant que l'image possède 1500 lignes par 2000 colonnes sans background, estimer très grossièrement la valeur du maximum de l'histogramme.

Comment s'appelle l'axe des ordonnées et que représente-t-il ?

L'axe des ordonnées représente les valeurs $H(r)$ de l'histogramme qui mesure les occurrences des pixels ayant la valeur r dans l'image.

- c. Que pensez-vous de l'image dont l'histogramme est représenté en figure 1 ?

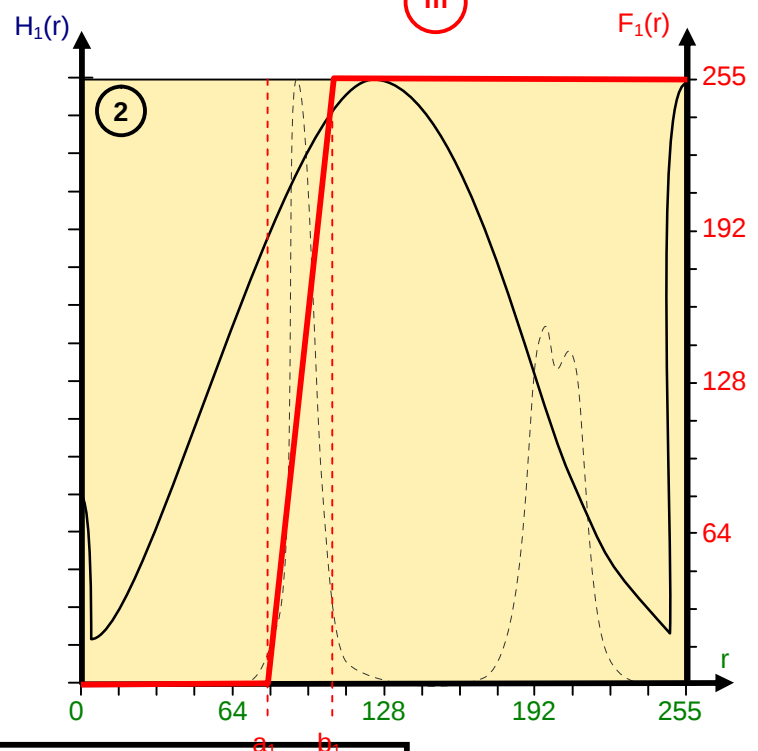
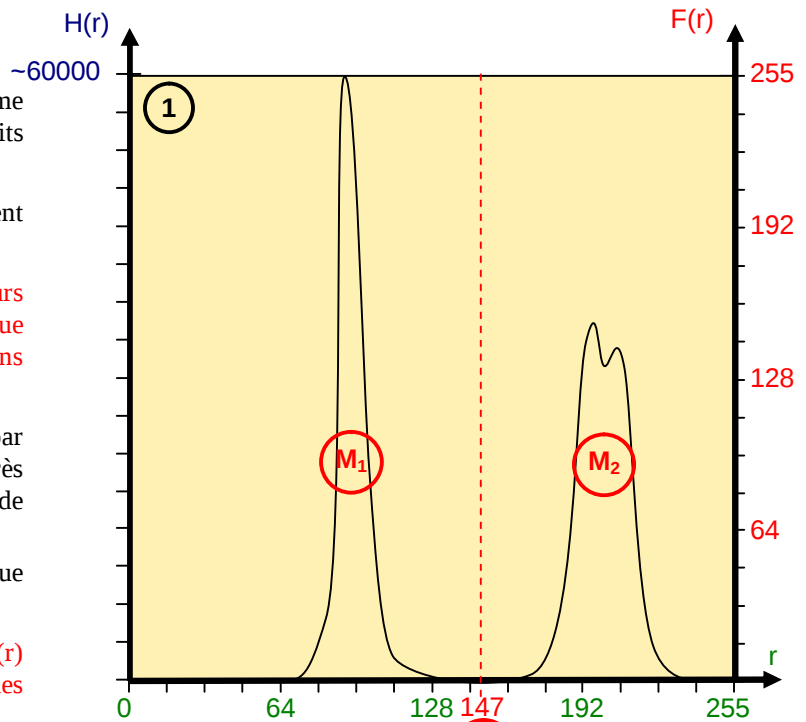
Comme le font apparaître les deux modes de l'histogramme, cette image présente deux populations : une assez peu lumineuse (mode M_1 à gauche de l'histogramme) et l'autre beaucoup plus lumineuse (mode M_2).

- d. Estimer la moyenne de l'image et la reporter en figure 1. Quelle indication cette moyenne nous fournit-elle ?

La moyenne m est proche de 147. Elle traduit une image globalement lumineuse.

- e. Que penser de l'écart-type de l'image ? Quelle indication cet écart-type nous fournit-il ?

L'écart-type de l'image est relativement élevé (sans doute entre 30 et 40). Cette valeur élevée est due à l'éloignement des deux modes de l'histogramme et traduit une image contrastée.



NOM : Prénom :



1

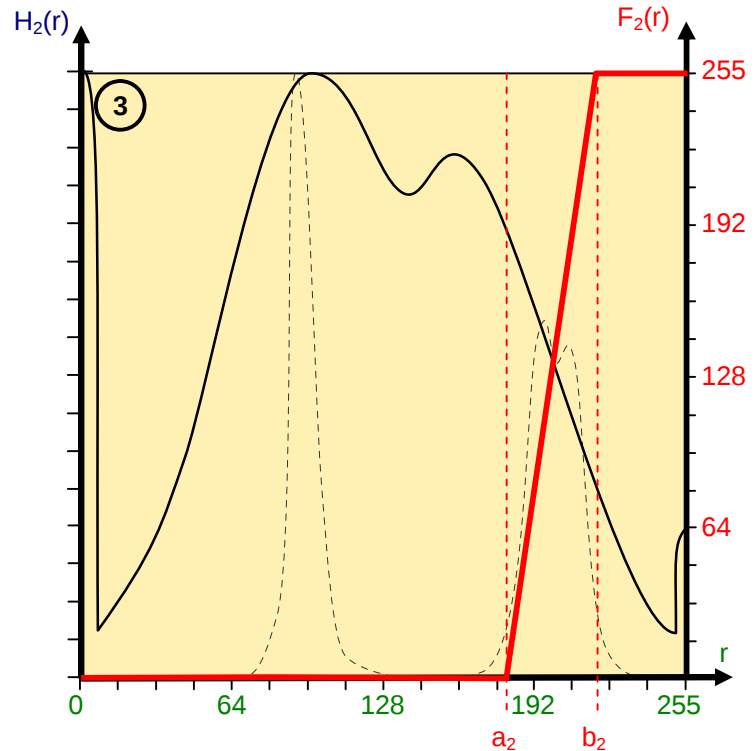
- f. On désire étirer linéairement la dynamique de la population la plus sombre par la fonction F_1 .

Indiquer dans la figure 2 (page précédente) les valeurs a_1 et b_1 puis reporter la représentation graphique de F_1 en renseignant les graduations de l'axe vertical.

Evaluer et dessiner au mieux dans cette même figure 2 l'histogramme $H_1(r)$ de l'image après avoir été traitée par la fonction F_1 .

Que pensez-vous de la saturation provoquée par la fonction F_1 ?

Le mode M_2 est totalement saturé par excès (à droite de l'histogramme) et les pixels de cette population apparaîtront blancs.

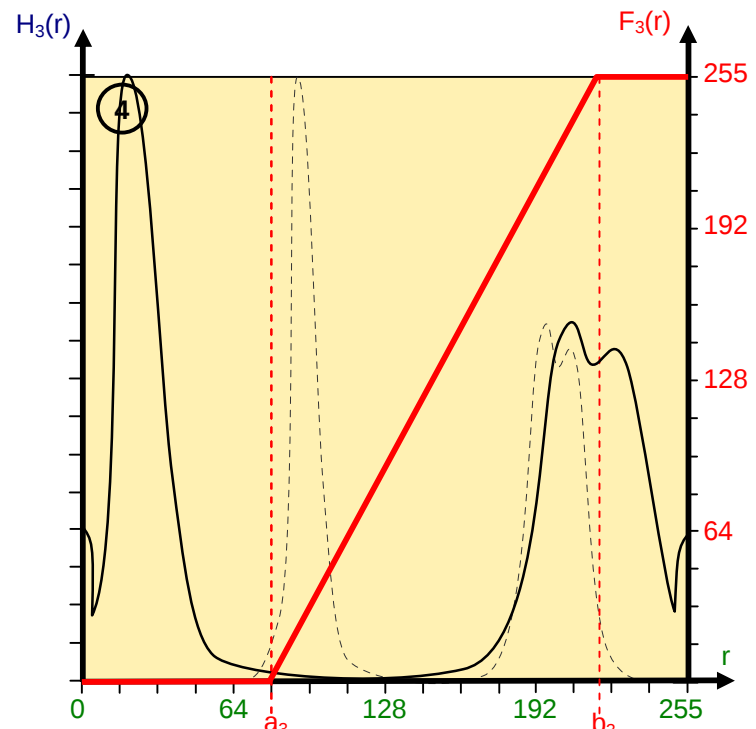


1

- g. Une autre fonction F_2 permet d'étirer la dynamique de la population la plus claire.

Comme pour la question précédente, reporter a_2 , b_2 , F_2 , $H_2(r)$ dans la figure 3 ci-contre et indiquer la saturation éventuelle.

Le mode M_1 est totalement saturé par défaut (à gauche de l'histogramme) et les pixels de cette population apparaîtront noirs.



1

- h. Une autre fonction F_3 permet d'étirer la dynamique automatiquement en saturant 2% des pixels les plus sombres et 2% des pixels les plus clairs.

Comme pour la question précédente, reporter a_3 , b_3 , F_3 , $H_3(r)$ dans la figure 4 ci-contre.

Que valent exactement (voir énoncé b) :

- $H_3[0] = 1500 \times 2000 \times 2\% = 60\,000$
- $H_3[255] = 1500 \times 2000 \times 2\% = 60\,000$

1

- i. Que pensez-vous de la fonction F_3 ?

Le stretching linéaire automatique F_3 est une solution de compromis pour l'étirement des deux modes M_1 et M_2 .

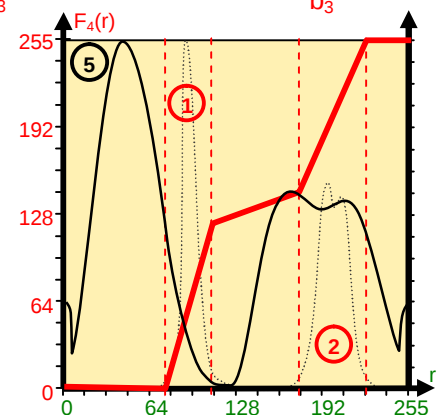
L'image produite présentera une moyenne autour de 128 et un écart-type très élevé (entre 70 et 80) proche de celui des images binaires.

1

- j. Imaginer et illustrer une fonction F_4 capable de « rapprocher » les deux modes.

Les deux modes peuvent être rapprochés en effectuant un « stretching linéaire par morceaux » :

- stretching linéaire entre a_1 et b_1 autour du mode M_1 en portant les valeurs $F_4(r)$ dans l'intervalle $[0, 128]$,
- stretching abaissant le contraste (pente très inférieure à 1) entre b_1 et a_2 tendant à « rapprocher » les deux modes,
- stretching linéaire entre a_2 et b_2 autour du mode M_2 en portant les valeurs $F_4(r)$ dans l'intervalle $[128, 255]$.





2. Séparation de 2 classes

Imaginer un algorithme automatique qui permettrait de séparer les deux classes d'une image bi-modale. Par exemple n'importe quelle image de la côte dont les pixels de « mer » sont sombres et les pixels de « terre » sont clairs serait transformée automatiquement en une image binaire sans connaissance à-priori de la valeur de seuil.

10

Un algorithme élémentaire consiste à rechercher le minimum local entre les modes de l'histogramme. Ce minimum local définira le seuil au-dessous duquel la première population sera forcée à une valeur (par exemple 0) et la seconde population sera forcée à une autre valeur (par exemple 255).

Or, il est fréquent que l'histogramme présente plusieurs minima locaux. On peut donc lisser l'histogramme jusqu'à ce que ne subsiste qu'un seul minimum local.

1. Calculer l'histogramme $H(r)$, $r=0..255$.
2. Itérer des lissages successifs jusqu'à ne préserver qu'un seul minimum local

lisser $\leftarrow$ VRAI

Répéter

2.1. Compter le nombre de minima locaux

$nb_minima \leftarrow 0$

Pour $r \leftarrow 2$ à 253 Faire

Si $((H(r) < H(r-1)) \text{ et } (H(r) \leq H(r+1)))$ Alors

$nb_minima \leftarrow nb_minima + 1$

seuil $\leftarrow r$

FinSi

FinFaire

2.2. Cas d'un histogramme mono-modal

Si $(nb_minima < 1)$ Alors

Afficher « Echec : L'histogramme n'est pas bi-modal »

Fin

FinSi

2.3. Lorsque un seul minimum local a été trouvé, arrêter la boucle de lissage de l'histogramme

Si $(nb_minima = 1)$ Alors

lisser $\leftarrow$ FAUX

Sinon

2.4. Lorsque plusieurs minima locaux ont été trouvés, lisser l'histogramme (convolution de taille 3)

Pour $r \leftarrow 1$ à 254 Faire

$H2(r) \leftarrow (H(r-1) + H(r) + H(r+1)) / 3$

FinFaire

Pour $r \leftarrow 1$ à 254 Faire

$H(r) \leftarrow H2(r)$

FinFaire

FinSi

Jusqu'à (lisser = FAUX)

3. Construire l'image de sortie en se basant sur la valeur de seuil

Pour $i \leftarrow 0$ à $(nb_lignes-1)$ Faire

Pour $j \leftarrow 0$ à $(nb_colonnes-1)$ Faire

Si $(image_origine(i,j) \leq seuil)$

$destination_image(i,j) \leftarrow 0$

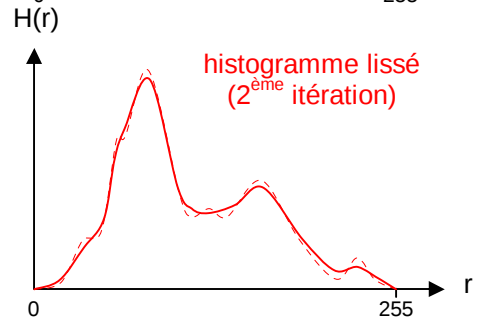
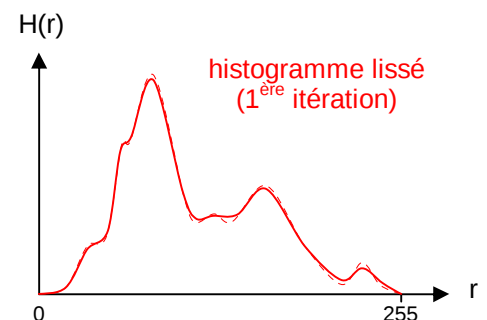
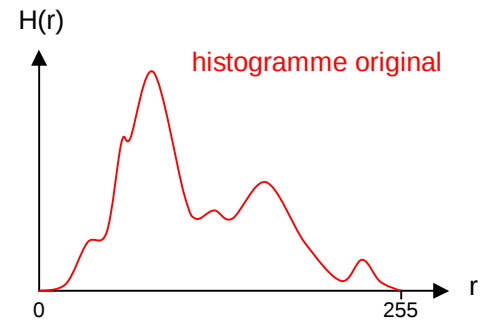
Sinon

$destination_image(i,j) \leftarrow 255$

FinSi

FinFaire

FinFaire



...

