



CORRIGÉ

EXAMEN

Année 2015-2016

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. Distance d'échantillonnage au sol et résolution spatiale

1

a. Que signifie l'acronyme GSD ?

Ground Sampling Distance.

b. Quelle est la différence entre la distance d'échantillonnage au sol et la résolution spatiale ?

1

La distance d'échantillonnage au sol définit la taille du pixel au sol d'une image géocodée. Cette distance est liée à l'image et non à l'instrument.

La résolution spatiale caractérise la plus petite distance au sol séparant deux détails que l'instrument peut discriminer. Cette taille dépend uniquement de l'instrument, de ses réglages et de son mode opératoire.

2. Les autres résolutions

2

Outre la résolution spatiale, on distingue deux autres résolutions caractérisant un instrument ou une mission. Comment appelle-t-on ces résolutions et comment se définissent-elles ?

La résolution spectrale (ou fréquentielle) caractérise la largeur de la « réponse spectrale » d'une bande spectrale. Cette résolution spectrale définit la plus ou moins grande sélectivité des longueurs d'onde du rayonnement influant la réponse de la bande spectrale.

La résolution temporelle d'une mission, de son instrument voire d'un mode particulier est définie par la répétitivité de vue d'un même point de la Terre, i.e. par le nombre de jours entre deux acquisitions successives.

3. Représentation des pixels

Sachant que les pixels des produits IKONOS sont codés sur 11 bits non signés et sans tenir compte d'éventuels pixels de background,

1

a. Combien de valeurs peuvent prendre les pixels IKONOS ?

Les pixels IKONOS peuvent prendre 2^{11} (=2048) valeurs.

1

b. Quel est l'intervalle des valeurs que peuvent prendre les comptes numériques r des pixels IKONOS ?

$r \in [0, 2047]$

4. Formules statistiques en tenant compte du background

Si l'on considère un symbole de Kronecker $\delta(i,j)$ valant 0 si le point (i,j) de l'image a une valeur de background et valant 1 si c'est un pixel image, on peut calculer le nombre total de pixels image (non background) dans une image de M lignes par N colonnes par la formule suivante :

$$N = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} \delta(i, j)$$

1

a. Donner l'expression de la moyenne d'une image pouvant posséder des pixels de background.

$$\bar{m} = \frac{1}{N} \times \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} \delta(i, j) \times r(i, j).$$

NOM : Prénom :



- b. Donner l'expression de l'écart-type d'une image pouvant posséder des pixels de background.

1

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \times \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} \delta(i, j) \times r(i, j)^2 - \bar{m}^2}$$

5. Histogramme d'une image

Soit l'image ci-jointe d'observation de la Terre corrigée des effets de rotation de la Terre dans une géométrie dite « *path oriented* ».

Cette image a une dimension de 5000 lignes par 6000 colonnes.

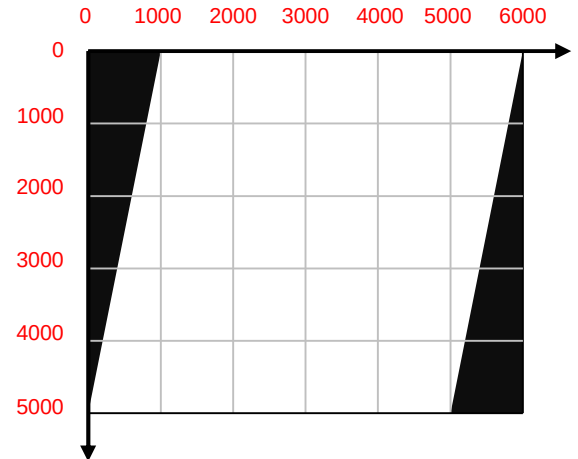
1

- a. Quel est le nombre N de « pixels image » ?
Justifier sa réponse.

Le nombre total de pixels dans l'image est de 30 000 000
(=5000x6000).

Le nombre total de pixels de background est de 5 000 000
(=2x5000x1000/2).

Le nombre N de pixels image est donc de 25 000 000
(=30 000 000-5 000 000).



La figure (a) ci-dessous représente l'histogramme de l'image sans faire figurer les pixels de background qui étaient à la valeur 0. Dans cette image, les « pixels image » ne prennent que huit valeurs : 68, 69, 70, 71, 72, 73, 254 et 255.

1

- b. Graduer l'axe des abscisses et des ordonnées pour être cohérent avec la réponse donnée à la question précédente.

2

- c. Que pensez-vous de cette image (au moins quatre remarques attendues) ?

La luminosité est globalement faible.

Le contraste doit être très important dû à l'éloignement des deux populations.

On observe deux populations : 1) 68% en mode majoritaire sombre et 2) 32% en valeurs très élevées.

La seconde population est probablement due à une saturation par excès de l'acquisition.

2

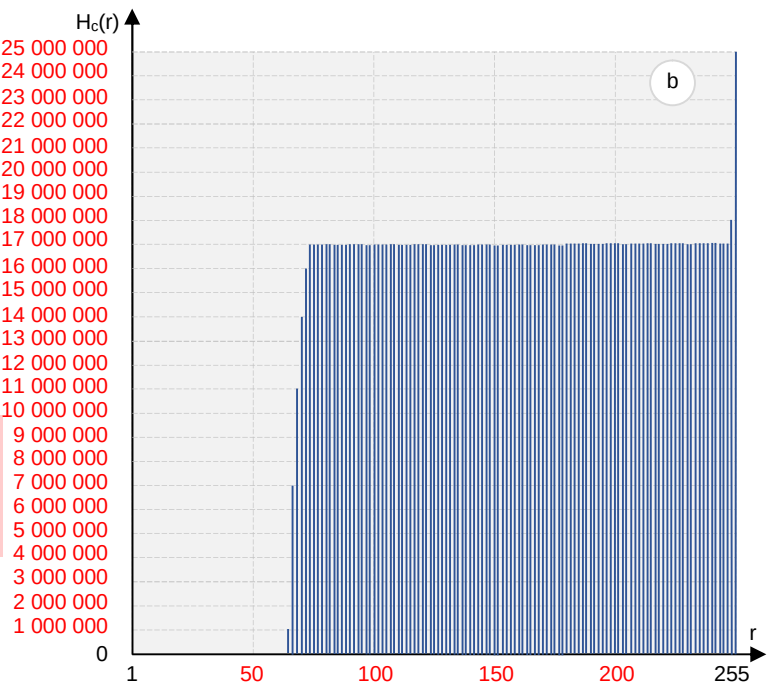
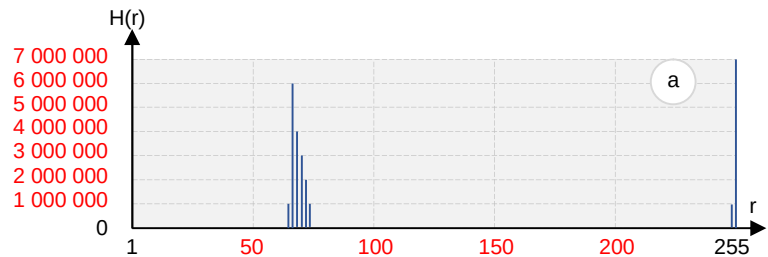
- d. Quelles sont les valeurs de la moyenne et de l'écart-type de cette image (on détaillera les calculs) ?

$$\bar{m} = \frac{1}{25} \times \left(\begin{aligned} &1 \times 68 + 6 \times 69 + 4 \times 70 + 3 \times 71 + \\ &2 \times 72 + 1 \times 73 + 1 \times 254 + 7 \times 255 \end{aligned} \right)$$

$$\bar{m} = 129,24$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{25} \times \left(\begin{aligned} &1 \times 68^2 + 6 \times 69^2 + 4 \times 70^2 + \\ &3 \times 71^2 + 2 \times 72^2 + 1 \times 73^2 + \\ &1 \times 254^2 + 7 \times 255^2 \end{aligned} \right) - 129,24^2}$$

$$\sigma \approx 86,19$$





6. Rehaussement des contours verticaux

On cherche à mettre au point un filtre de rehaussement des contours verticaux. Les contours horizontaux doivent rester inchangés par rapport à l'image originale.

Une solution pourrait être d'ajouter à l'image originale sa différence à la moyenne locale calculée par le filtre « moyenne verticale » dont les coefficients seraient $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.

1

- a. Quels devraient être les gains et offset pour ce filtre « moyenne verticale ».

gain = 1/8 soit l'inverse de la somme des coefficients d'un filtre passe-bas.

offset = 0 car les valeurs restent positives.

2

- b. Quelles sont les coefficients du filtre résultant en justifiant les opérations ?

$$M_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \frac{1}{8} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$$

$$M_1 = \frac{1}{8} \times \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \frac{1}{8} \times \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$$

$$M_1 = \frac{1}{8} \times \begin{bmatrix} -1 & 0 & -1 \\ -2 & 16 & -2 \\ -1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

3

- c. On voudrait pondérer l'effet du rehaussement par un coefficient β . Quels seraient les coefficients de ce filtre paramétrable ?

$$M_\beta = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \beta \times \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \frac{1}{8} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$$

$$M_\beta = \frac{1}{8} \times \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \beta \times \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \right)$$

$$M_\beta = \frac{1}{8} \times \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8\beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \beta & 0 & \beta \\ 2\beta & 0 & 2\beta \\ \beta & 0 & \beta \end{bmatrix} \right)$$

$$M_\beta = \frac{1}{8} \times \begin{bmatrix} -\beta & 0 & -\beta \\ -2\beta & 8 \times (\beta + 1) & -2\beta \\ -\beta & 0 & -\beta \end{bmatrix}$$