



EXAMEN

Année 2006-2007

On répondra directement sur les quatre feuilles d'examen en indiquant en pied de page ses NOM et Prénom. L'usage de tout document (excepté la copie du voisin) est permis.

1. Background

a. Qu'appelle-t-on pixel de background (ou arrière-plan en français) ?

1 Un pixel de background n'est pas un pixel image. Il n'a pas été mesuré par l'instrument ayant acquis l'image et a été introduit pour faire généralement suite à une déformation géométrique. Les pixels de background ont tous la même valeur radiométrique qui diffère de celle des pixels image. Lors de l'affichage, les pixels de background sont « transparents » et n'occulent pas les images sous-jacentes.

b. Quelles précautions doit-on prendre en analysant l'image ?

1 Les pixels de background ne doivent pas être comptabilisés dans les statistiques.

2. Taille d'une image BIP

Une image composée de C canaux de M lignes par N colonnes utilise :

- r bits pour chaque pixel du canal rouge,
- v bits pour chaque pixel du canal vert, et
- b bits pour chaque pixel du canal bleu.

Quelle est la taille en octets du fichier image au format BIP et sans données auxiliaires (en-têtes) ?

1
$$taille = C \times M \times N \times \frac{r + v + b}{24}$$

3. Statistiques à partir de l'histogramme

Soit l'histogramme $H(r)$, $r=0..255$, déjà calculé et donné pour une image.

a. Exprimer le nombre N de pixels image en fonction de $H(r)$.

1
$$N = \sum_{r=0}^{255} H(r)$$

b. Exprimer la moyenne \bar{m} en fonction de $H(r)$.

1
$$\bar{m} = \frac{1}{N} \times \sum_{r=0}^{255} H(r) \times r$$

c. Exprimer l'écart-type σ en fonction de $H(r)$.

1
$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{1}{N} \times \sum_{r=0}^{255} H(r) \times r^2 \right) - \bar{m}^2}$$

NOM : Prénom :



4. Illumination solaire d'un MNT

Quel filtre de convolution peut donner l'illusion d'un éclairage solaire à 10^h du matin sur un MNT en France codé en 16 bits non signés ?

2

$$A \times \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -2 \end{bmatrix} + 32768$$

ou

$$A \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -1 \end{bmatrix} + 32768$$

avec A valant par exemple 5

5. Modèle de déformation

Soient : (x,y) les coordonnées dans l'image origine, et
(X,Y) les coordonnées dans l'image destination,

Quel modèle de déformation inverse a permis d'obtenir l'image ci-dessous à droite ?

2

$$\begin{cases} x = X + 64 \times \sin\left(2\pi \times \frac{Y}{256}\right) \\ y = Y \end{cases}$$



6. Filtres passe-bas et filtres passe-haut

Soient :
 • une image codée sur b bits non signés, et
 • (α_{kl} , $k=-c/2..+c/2$, $l=-c/2..+c/2$) les coefficients de la matrice d'un filtre de convolution opérant sur cette image,

2

Quels sont en général les valeurs (exprimées en fonction de b et/ou α_{kl}), des :

a. gain A d'un filtre passe-bas

$$A = \frac{1}{\sum_{k=-c/2}^{+c/2} \sum_{l=-c/2}^{+c/2} \alpha_{kl}}$$

b. offset B d'un filtre passe-bas

$$B = 0$$

c. gain A' d'un filtre passe-haut

$$A' > 0$$

variable - dépend de la variance (entropie) de l'image.

d. offset B' d'un filtre passe-haut

$$B' = \frac{2^b}{2} = 2^{b-1}$$

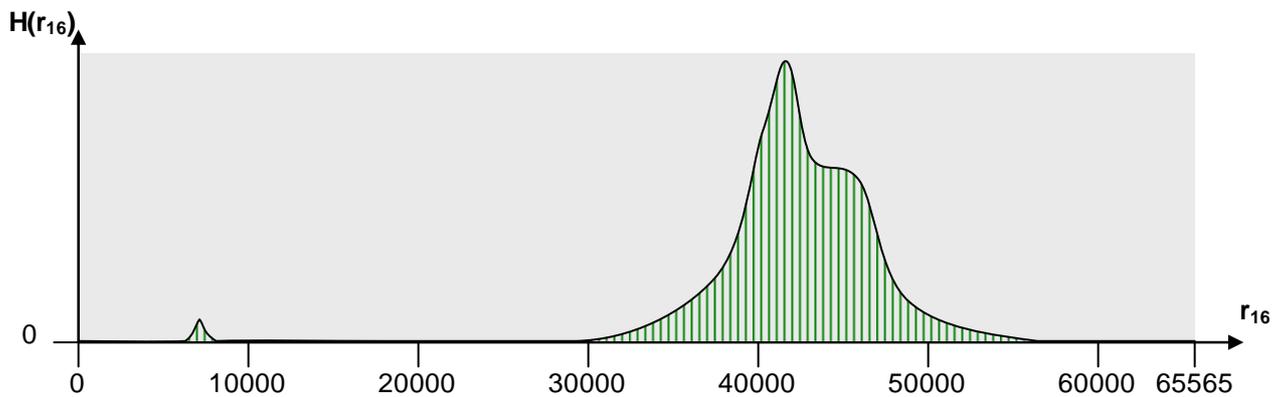


7. Passage de 16 bits à 8 bits

Des images acquises par certains instruments sont livrées aux utilisateurs sur 16 bits non signés. Or pour pouvoir les visualiser à l'écran, on a souvent besoin de les transformer en image 8 bits non signés.

Retrouver les 4 stratégies de base pour passer de 16 bits à 8 bits en indiquant pour chacune d'elles :

- l'algorithme et en particulier la formule mathématique à opérer sur les valeurs $(r_{16}(i,j), i=0..(M-1), j=0..(N-1))$ des pixels en entrée pour calculer la valeur $r_8(i,j)$ en sortie,
- les avantages et inconvénients de chaque méthode,
- une esquisse de la valeur de l'histogramme de l'image en sortie, en supposant que l'histogramme de l'image en entrée ait la forme ci-dessous.



a. « Simple division » :

Algorithme

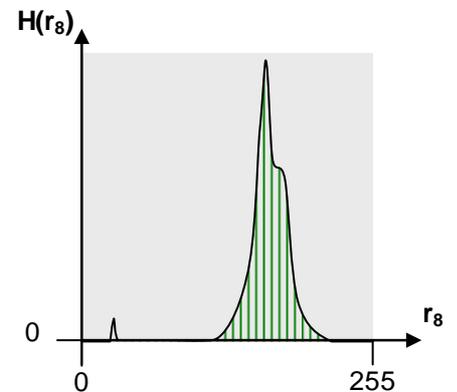
$$r_8(i,j) \leftarrow r_{16}(i,j) / 256$$

Avantages

Rapide – Simple à programmer (décalage de 8 bits à droite).

Inconvénients

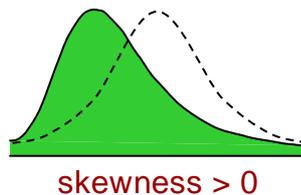
Dynamique pauvre lorsque l'image en entrée n'exploite qu'une faible partie des 65536 valeurs possibles. Le mode principal est compressé.



b. « Racine carrée » :

Algorithme

$$r_8(i,j) \leftarrow \text{sqrt}(r_{16}(i,j))$$

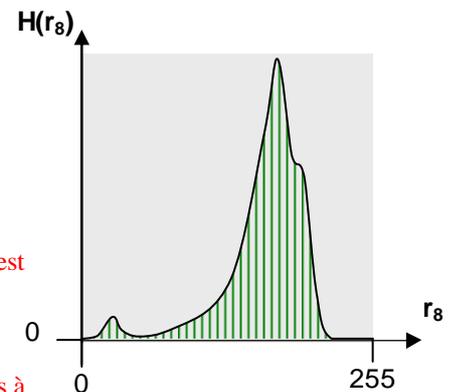


Avantages

Simple à programmer – Idéal pour les distributions dont le skewness est positif (radar PRI par exemple).

Inconvénients

Étire les valeurs faibles et comprime les valeurs élevées. Dégrade les images à skewness négatif.





c « Calage min-max » :

2

Algorithme

Rechercher dans toute l'image la valeur minimale. $\rightarrow \min(r_{16})$

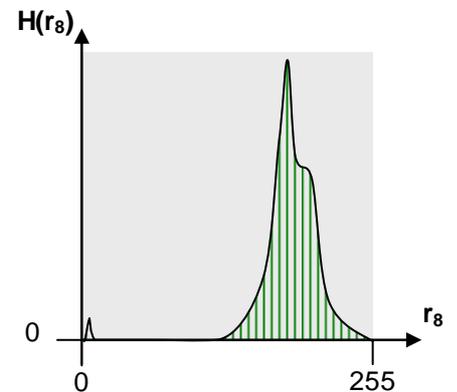
Rechercher dans toute l'image la valeur maximale. $\rightarrow \max(r_{16})$

Stretching linéaire entre $\min(r_{16})$ et $\max(r_{16})$:

$$r_8(i,j) \leftarrow [r_{16}(i,j) - \min(r_{16})] * 255 / [\max(r_{16}) - \min(r_{16})]$$

Avantages

Stretching linéaire dans l'intervalle des valeurs effectivement utilisées.



Inconvénients

Couteux – oblige à parcourir une première fois l'image pour collecter le minimum et le maximum.

Très sensible au bruit. Il suffit qu'un pixel ait la valeur minimale à 0 et/ou qu'un pixel ait la valeur maximale à 65535 pour que le stretching n'apporte rien.

d « Calage saturation à 2% » :

2

Algorithme

Calculer l'histogramme de l'image en entrée. $\rightarrow H(r_{16})$

Rechercher la borne de saturation à 2% à partir de la gauche de $H(r_{16})$. $\rightarrow a$

Rechercher la borne de saturation à 2% à partir de la droite de $H(r_{16})$. $\rightarrow b$

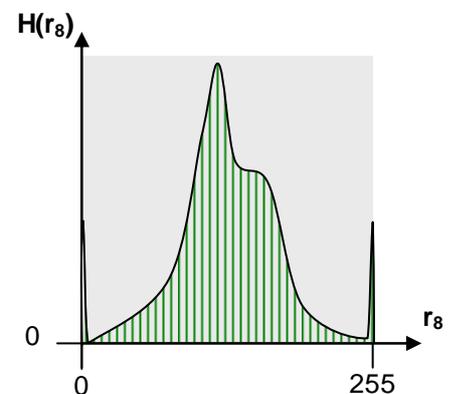
Stretching linéaire entre a et b :

$$r_8(i,j) \leftarrow [r_{16}(i,j) - a] * 255 / [b - a]$$

Avantages

Stretching linéaire autour des modes principaux.

Peu sensible au bruit.



Inconvénients

Couteux – oblige à parcourir une première fois l'image pour collecter l'histogramme.

Effet très affaibli lorsque des modes secondaires dont la population est supérieure à 2% sont distants. Dans ce cas, on peut augmenter le pourcentage de saturation à 4% ou au delà.