

Fiche TP2 : 'Prétraitement'

Objectif

Le prétraitement est l'ensemble des opérations requises avant l'analyse principale et l'extraction de l'information, son but est de fournir à partir des images brutes des images améliorées.

L'objectif de TP2 est présenté quelques opérations de prétraitement des images satellitaires, nous allons donc voir comment faire quelques opérations comme les opérations géométriques, la compression, le rehaussement de contraste et la restauration.

Pour l'application considérée, je vous demande de rechercher une image satellitaire RGB (composition naturelle) soit en haute résolution, soit en basse résolution (en tenant compte la qualité de l'image).

Programme

Les différents traitements appliqués sur les images

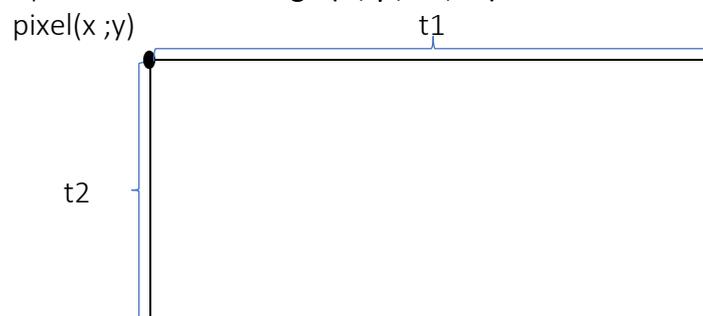
Etape 1 : Opération géométrique

Les opérations géométriques ont pour but de modifier la position des informations contenues dans l'image sans modifier le niveau de gris car cela supprime les erreurs de mesure dues aux satellites (comme la variation d'altitude) ; à la rotondité de la terre ; ...etc

Comme exemple vous devrez :

- **Création d'une fonction pour découper une zone sur l'image satellitaire RGB et l'enregistre sous le format '.png', mais avant on a besoin d'afficher les positions x, y de chaque pixel de l'image.**

Exemple de concept : **Function cutimage (x ; y ; t1 ; t2)**



Etape 2 : Compression

Consiste à la réduction de la taille des images, dans cette étape, vous allez faire :

- **Sauvegarder respectivement l'image satellitaire RGB découpée en format '.png' sous les différents formats suivants : bmp, jpeg, gif et le format tiff.**

- Ouvrir et afficher chacune de ces images, observer leurs différences en taille et en qualité et comparer les avec l'image d'origine
- Création d'une fonction pour mesurer ces différences avec l'image originale en calculant l'erreur quadratique moyenne (EQM).

Etape 3 : Rehaussement de contraste

Les fonctions de rehaussement ont pour but de rendre les images plus lisibles. Ils permettent une meilleure exploitation des nuances présentés dans l'image. Ces traitements visent à améliorer la distribution des valeurs de l'ensemble d'une image, ils se basent sur l'examen d'un histogramme.

Pour cette étape vous devrez :

- Création d'une fonction qui effectuer une égalisation d'histogramme sur les images aux niveaux de gris (les 3 niveaux de gris de l'image RGB découper) et observer le résultat obtenu (comparer avec les images originales).
- Calculer l'erreur quadratique moyenne entre l'image originale et l'image généraliser.
- Peut-on généraliser l'égalisation d'histogramme au cas d'une image couleur ? Proposez une manière de contourner le problème (si vous trouvez la réponse sur le net, mettez la référence). Testez cette technique sur l'image RGB.

Etape 4 : Reduction du bruit

Pour améliorer la qualité visuelle de l'image, on doit éliminer les effets des bruits (parasites) en lui faisant subir un traitement appelé **filtrage**. Le principe des filtrages est de modifier la valeur numérique de chaque pixel en fonction des valeurs des pixels voisins.

A- Filtre linéaire

Un **filtre linéaire** donné sera le plus souvent caractérisé par son masque, c'est-à-dire la matrice $[h(i,j)]$ et la relation entrée-sortie étant donnée par :

$$S[i,j] = \text{Somme}_{u,v} (E[i,j] * h[i-u,j-v])$$

Pour u, v variant de moins l'infini à plus l'infini, E la matrice de l'image et h le masque du filtre.

Filtre de lissage : Lisser une image consiste à remplacer la valeur de chaque pixel (x,y) par la moyenne des valeurs de ses pixels voisins. But de ces filtres rendre plus homogène les niveaux de gris et supprimer le bruit. Exemples : Filtre **gaussien**, filtre **moyenneur**.

Amélioration du contraste : On considère qu'une image est bien contrastée si les luminosités des pixels de l'image sont au mieux réparties sur l'axe $[0;255]$. La façon la plus directe consiste à normaliser les luminosités des pixels à partir des maximums et minimums des luminosités dans l'image originale.

B- Filtre non linéaire

Ces opérateurs ont été développés pour pallier aux insuffisances des **filtres linéaires** et principalement la mauvaise conservation des contours. Ils ont le défaut d'infliger des déformations irréversibles à l'image résultante. La théorie des **filtres non-linéaires** est que

chacun est fondé sur des bases mathématiques ou empiriques différentes. Ils permettent donc de supprimer totalement le bruit dans une image, exemple : le filtre **Médian**, le filtre **Max** et le filtre **MIN** (pour le lissage).

Pour cette dernière partie vous devrez :

- **Création de quatre fonctions** (si possible deux pour chaque type de filtre linéaire et non linéaire) **puis appliquer les filtres sur une image satellitaire aux niveaux de gris** (les 3 niveaux de gris de l'image RGB) **et observer l'effet de ce prétraitement sur l'image et sur l'histogramme.**
- **Mesurer l'amélioration en calculant l'erreur quadratique moyenne entre l'image originale et l'image filtrée (ou restaurée)**

Annexes

Erreur Quadratique Moyenne

L'Erreur Quadratique Moyenne (EQM) est une évaluation de qualité entre :

- L'image source I (de taille $M*N$) et
- L'image résultante \hat{I} (de même taille)

$$EQM = \frac{1}{M * N} \sum_i^N \sum_j^M |I_{i,j} - \hat{I}_{i,j}|^2$$

Egalisation d'histogramme

L'**égalisation d'histogramme** est un procédé par lequel on force tous les niveaux de gris de l'image à être équiprobables.

La méthode consiste à appliquer une transformation T indépendamment sur chaque pixel de l'image. Cette transformation est construite à partir de l'histogramme cumulé.

Pour une image $\{x\}$ en niveaux de gris codée sur L niveaux, on définit n_k le nombre d'occurrences du niveau x_k . La probabilité d'occurrence d'un pixel de niveau x_k dans l'image est:

$$p_x(x_k) = p(x = x_k) = \frac{n_k}{n}, \quad 0 \leq k < L$$

avec n le nombre total de pixels de l'image, et p_x l'histogramme normalisé sur $[0,1]$.

La transformation T qui à chaque pixel de valeur x_k de l'image d'origine associe une nouvelle valeur s_k , $s_k = T(x_k)$ est alors définie par

$$T(x_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_x(x_j), \text{ où } \sum_{j=0}^k p_x(x_j) \text{ est l'histogramme cumulé.}$$

que l'on peut écrire aussi:

$$T(x_k) = \frac{(L - 1)}{n} \sum_{j=0}^k n_j$$

Bruit

Le bruit correspond à des perturbations provenant soit du dispositif d'acquisition, soit de la scène observée elle-même

Filtre Moyenneur

Il remplace chaque pixel par la moyenne des valeurs des pixels voisins et du pixel central. La taille du masque dépend de l'intensité du bruit et de la taille des détails significatifs de l'image traitée. Son masque pour un filtre 3×3 est : $[111 ; 111 ; 111] / 9$ ou $[111 ; 121 ; 111] / 10$

Filtre Gaussien

Les coefficients du masque pour un filtre 3×3 sont : $[121 ; 242 ; 121] \times 1/16$. Les coefficients sont calculés en utilisant des pondérations gaussiennes. Des itérations successives permettent d'obtenir le gaussien 5×5 (2 itérations) et le gaussien 7×7 (3 itérations).

Filtre de contraste

Soit m la luminosité minimale et M la luminosité maximale dans l'image originale. Il s'agit d'effectuer une transformation affine de chaque luminosité pour ramener la dynamique de $[m;M]$ à $[0;255]$.

Et le but du contraste aussi est d'évaluer les modifications apportées à l'image. Son masque est : $[0 -1 0 ; -1 5 -1 ; 0 -1 0]$.

Filtre Médian

Est utilisé pour atténuer les pixels isolés, d'une valeur très différente de leur entourage. Le filtre **Médian** n'est pas à proprement parler un produit de convolution, mais sa mise en œuvre sur l'image est assez similaire puisqu'un masque est appliqué sur l'image et collecte les valeurs des pixels. Par exemple un masque $3 \times 3 = 9$ éléments. Les neuf éléments extraits de l'image sont ensuite triés dans l'ordre croissant et la valeur médiane d'une série est par définition celle qui sépare l'échantillon

Filtre Max

Est utile pour éliminer le "poivre". Par exemple un masque $3 \times 3 = 9$ éléments. Les neuf éléments extraits de l'image sont ensuite triés dans l'ordre croissant et la valeur max d'une série est définie (facilement repérable à cause du tri) l'algorithme va donc remplacer la valeur originale par la valeur max. La formule est $R = \max \{Z_k | k=1,2,\dots,9\}$.

Filtre Min

Est le contraire du filtre Max, il est utile pour éliminer le "sel". Il fonctionne, comme le filtre Max sauf que dans son cas, le filtre Min prend la valeur minimale et dont la formule est $R = \min \{Z_k | k=1,2,\dots,9\}$.

Compte-rendu

Dans votre compte-rendu, vous incluez le *listing* du programme Matlab ou Python ainsi que des commentaires sur les résultats obtenus. Ces commentaires devront mettre en évidence votre sens de l'analyse des résultats. Ils s'appuieront sur les résultats de votre programme, que vous devez donc également inclure dans le compte-rendu.