

GBM8770 - Traitement de signaux et d'images

TP2 - Filtrage d'image dans le domaine spatial et fréquentiel

Automne 2020

Professeur: Benjamin De Leener

Chargés de laboratoire : Vicente Enguix Chiral, Gabriel Lepetit-Aimon

Objectifs :

Ce laboratoire se compose de deux parties. La première partie porte sur le rehaussement d'images et la seconde partie porte sur le filtrage fréquentiel des images (spatial et spectral).

Documents à remettre :

Le code et les réponses aux questions sont à compléter dans le Notebook IPython fournit avec cet énoncé. Le dossier contenant le code et toutes les ressources nécessaires à le faire tourner ainsi qu'un export HTML du notebook sont à remettre sous la forme d'une archive zip.

Commentez votre code et justifiez vos réponses! Lorsque votre code et donc vos résultats sont incorrects vos commentaires peuvent nous permettre de valoriser votre approche...

Première Séance: Réhaussement d'image

Note: Lors de la conception de vos algorithmes, portez attention aux types de vos données (uint8, double, etc.). Lors de la manipulation des images, il sera probablement nécessaire de passer en double pour faire vos calculs puis de revenir en uint8 pour afficher vos images.

Exercice I (6 points) : Prétraitement de radiographies

Le but de cet exercice est d'implémenter un traitement de rehaussement des contrastes et des contours pour des radiographies du thorax.

Égalisation d'Histogramme

Q1. Ouvrez, convertissez en valeurs entières et affichez l'image `radio_thoracique.png`.

Q2. Calculez et affichez l'histogramme de cette image.

Q3. Complétez la fonction `equalize_histogram(img)` qui effectue l'égalisation d'histogramme d'une image et renvoie l'image égalisée. (Voir les slides du Chapitre 4 sur l'égalisation d'histogramme).

Puis calculez et affichez l'image égalisée et son histogramme. Que constatez vous? Quel impact a l'égalisation sur le contraste de l'image?

Filtrage High-Boost

Les traitements présentés dans les questions suivantes seront tous appliqué sur la radiographie après égalisation de son histogramme.

Q4. Calculez la convolution de l'image égalisée avec la Gaussienne 3x3:

$$W_{Gaussienne3} = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Affichez côte à côte l'image égalisée et le résultat de la convolution.

Q5. Effectuez la même opération (convolution et affichage) avec une Gaussienne de taille 7x7:

$$W_{Gaussienne7} = \frac{1}{1115} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 & 10 & 7 & 4 & 1 \\ 4 & 12 & 26 & 33 & 26 & 12 & 4 \\ 7 & 26 & 55 & 71 & 55 & 26 & 7 \\ 10 & 33 & 71 & 91 & 71 & 33 & 10 \\ 7 & 26 & 55 & 71 & 55 & 26 & 7 \\ 4 & 12 & 26 & 33 & 26 & 12 & 4 \\ 1 & 4 & 7 & 10 & 7 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

Qu'observez vous lorsque l'écart-type de la gaussienne augmente (sachant que l'écart-type est proportionnel à la taille du masque)?

Quel est le type (passe-haut, passe-bas, passe-bande ou coupe-bande) de ces deux filtres gaussiens?

Q6. Calculez et affichez le Laplacien de l'image égalisée. On rappelle que le calcul du Laplacien d'une image est approximé par la convolution de cette image avec le filtre:

$$W_{Laplacien} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Quel est le type de ce filtre?

Q7. Implémentez une fonction `high_boost(img, k)` qui prend en entrée une image et un paramètre `k` et retourne l'image rehaussée selon le filtre vu en cours:

$$I_g = G * I$$

$$I_r = I + K \times \nabla^2(I_g)$$

où G est un masque gaussien (on prendra celui de taille 3) et ∇^2 est l'opérateur Laplacien.

Calculez et affichez le résultat pour $k = 0$, $k = 1$ et $k = 2$.

Discutez de l'impact du facteur k sur la lisibilité de l'image (et donc la qualité du réhaussement). Dans ce filtrage, pourquoi calculer le Laplacien sur I_g plutôt que sur I directement?

Exercice II (4 points) : Filtres Médiants et Morphologiques

On souhaite mettre en évidence le réseau vasculaire et le disque optique d'une image de fond d'oeil.

Q1. Chargez et affichez l'image `fundus.png`. Quel est le nom du bruit qui détériore cette image de la rétine?

Pour la suite de l'exercice nous ne nous intéresserons qu'au canal vert de l'image.

Q2. À l'aide d'un filtrage médian (avec un disque de rayon 2 pour élément structurant), filtrez le bruit identifié à la question précédente. Affichez côte à côte le canal vert de l'image avant et après le filtrage.

Le filtrage gaussien présenté dans l'exercice I aurait-il été un meilleur ou moins bon choix pour cette tâche?

Les traitements présentés dans les deux sections suivantes seront appliqués sur la version filtrée du canal vert de l'image notée I_V .

Réhaussement de vaisseaux

On se propose d'implémenter un algorithme de réhaussement du réseau vasculaire rétinien. En notant F_m un filtre médian avec un large élément structurant (un disque de rayon 12), l'image prétraitée I_P est calculée par l'expression:

$$I_P = I_V - F_m(I_V)$$

Q3. Calculez et affichez le résultat du filtrage médian $F_m(I_V)$ et du prétraitement I_P . Cette correction d'illumination est-elle efficace?

Les vaisseaux sont-ils un contenu hautes ou basses fréquences spatiales? Même question pour le résultat du filtrage médian $F_m(I_V)$.

Segmentation du disque optique

On se propose de segmenter le disque optique (la tête du nerf optique apparaît en clair sur l'image et les vaisseaux en émergent) avec un seuil et des opérations morphologiques.

Q4. Implémentez une fonction `binariser(img, seuil)` qui met à 0 tous les pixels se trouvant en dessous du seuil, et à 255 tous les pixels se trouvant sur le seuil ou au-dessus. Cette fonction prend en entrée une image et un seuil, puis retourne l'image binaire.

Binarisez votre image avec un seuil égale à 0.6. Affichez l'image binaire.

Q5. Vous devriez constater deux erreurs que vous devrez corriger avec une fermeture et une ouverture: **1.** les vaisseaux émergeant du disque optique forment des trous dans sa segmentation; **2.** un artefact est détecté à tort dans le coin supérieur droit de l'image.

Q6. On veut finalement extraire la position du centre du disque optique et son rayon. Pour cela, on procède à des amincissement de sa segmentation en utilisant une érosion avec un élément structurant en disque de rayon variable.

Augmenter le rayon de l'élément structurant jusqu'à ce que la segmentation disparaisse totalement. En déduire le rayon et la position du centre du disque optique.