

Image 3D

1h30 - documents autorisés (notes de cours et de td)

Exercice 1 *Unités Hounsfield, histogrammes et minima*

La méthode d'Otsu de binarisation à partir d'un histogramme est finalement une méthode de classification. Elle permet de séparer les voxels en deux classes en maximisant la variance inter-classe (plutôt que de minimiser la variance intra-classe).

Ainsi, à partir d'un seuil t , on calcule le "poids" w_i de chacune de classes (qui est en fait la probabilité d'appartenir à la classe donc le nombre de voxels appartenant à la classe divisé par le nombre total de voxels) et la variance de chaque classe. On fait ensuite varier t , jusqu'à obtention de l'écart de variance maximum.

1. Que sont les Unités Hounsfield? Comment les relier aux niveaux de gris d'une image scanner CT?
2. Y-a-t-il une différence entre appliquer cette méthode sur des niveaux de gris ou des Unités Hounsfield?
3. Cette méthode revient-elle à trouver le minimum global de l'histogramme? Expliquer.
4. Proposer une solution simple pour effectuer cette méthode en "multi-niveaux", c'est à dire pour obtenir une première segmentation de l'image (par exemple LCR¹ - Noir / Matière Grise - Gris foncé / Matière Blanche - Gris clair sur une image de scanner CT de cerveau).

Exercice 2 *Compréhension du cours (partie Segmentation et Analyse d'images)*

- 1) Sur une forme binaire, on peut calculer, entre autres, les moments cartésiens centrés et les moments cartésiens centrés normalisés. Précisez s'ils sont indépendants de l'échelle et/ou de l'orientation.
- 2) Le calcul de squelette binaire par suppression de point (thinning) est-il sensible au bruit? Justifiez en précisant ce qu'est le "bruit" dans ce contexte.
- 3) Certains algorithmes de calcul de caractéristiques géométriques locales d'une frontière discrète utilisent une taille de fenêtre fixe. Citez deux de ces algorithmes. Est-ce un inconvénient d'utiliser une taille fixe de fenêtre de calcul? Expliquez.

Exercice 3 *Lecture d'article - Combining intensity, edge and shape information for 2D and 3D segmentation of cell nuclei in tissue sections*

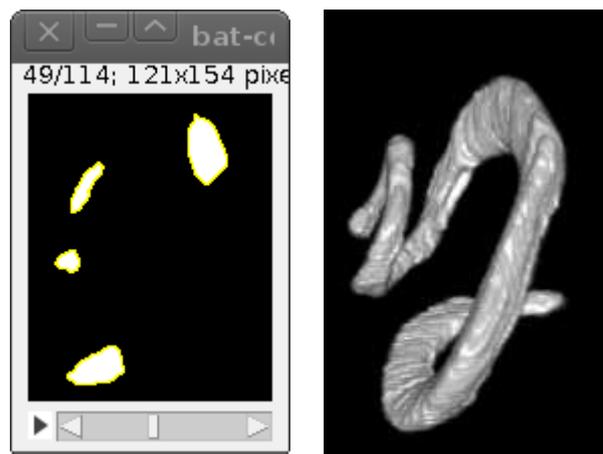
- 1) Décrivez précisément le type d'images traitées. Quelles sont les difficultés spécifiques à la segmentation de ces images?
- 2) Quelles sont les étapes principales de la méthode proposée? (2 lignes au plus par étape)
- 3) Quels sont les prétraitements effectués aussi bien dans le cas 2D que dans le cas 3D?
- 4) Quels sont les prétraitements effectués uniquement sur les images 3D?

1. Liquide Céphalo-rachidien

- 5) La méthode proposée fait appel à l'algorithme de segmentation *watershed* avec marqueurs. Expliquez comment l'algorithme initial est modifié pour prendre en compte les marqueurs. Comment sont obtenus les marqueurs des cellules ?
- 6) La frontière entre deux objets de l'image est plus ou moins significative (border strength). Comment est calculée la "force" d'une frontière ?
- 7) Expliquer l'intérêt des images de distance pour séparer des cellules accolées. Est-ce que cette technique fonctionne bien quand les deux cellules accolées sont de tailles différentes ? Est-ce que cette technique fonctionne bien quand la forme des cellules n'est pas circulaire ? Justifiez.
- 8) Quels sont les paramètres de la méthode ? Expliquez précisément leur rôle et les effets d'une valeur haute ou basse pour chacun d'entre eux.

Exercice 4 *Descripteurs de formes*

En utilisant les plugins d'ImageJ *3D Objects Counter* et *3D Roi Manager*, on peut obtenir différentes mesures géométriques des objets de l'image traitée. L'image binaire 3D ci-dessous comporte un unique objet.



Voici une partie de la fenêtre des résultats :

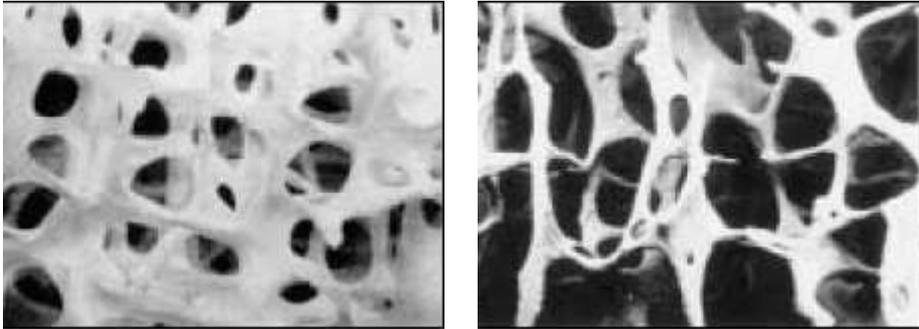
3D Measure							
File	Edit	Font					
RatioVolbox	Vol (unit)	Surf (unit)	Surf (pix)	Comp	Elon1	Elon2	RatioVolEllipsoid
0.061	96650	53662	28090	0.007	1.353	1.935	0.176

Le volume de l'objet est donné en nombre de voxels, la surface en nombre de voxels frontière et en nombre de surfels. La forme de l'objet est décrite par 5 coefficients : le rapport des volumes de l'objet et de sa boîte englobante (**RatioVolbox**), le rapport des volumes de l'objet et de l'ellipsoïde l'approchant au mieux (**RatioVolEllipsoid**), une mesure de compacité (**Comp**), deux mesures d'élongation (**Elon1**, **Elon2**).

Laquelle de ces mesures pourrait être significativement améliorée ? Comment ? Proposez une méthode de calcul vraisemblable pour les trois derniers coefficients (compacité, élongations). Proposez au moins 3 descripteurs de forme supplémentaires en précisant la façon de les calculer.

Exercice 5 *Application*

L'ostéoporose est une maladie qui affecte la structure des os : les travées osseuses voient leur épaisseur diminuer jusqu'à se déconnecter. L'image de gauche correspond à une coupe d'un os sain, celle de droite montre un os atteint d'ostéoporose.



Quelles techniques d'analyse d'image 3D pouvez-vous proposer pour quantifier l'évolution de cette maladie ? On souhaite plus de détail qu'une simple mesure de densité, qui pourrait être obtenue par ostéodensitométrie, sans acquisition d'image 3D. Développez votre proposition : quelles mesures, comment les calculer ?