

Mode d'emploi du plugin Grayscale_Granulometry

D. Legland

27 mars 2013

Mode d'emploi rapide du plugin « Grayscale Granulometry » pour ImageJ. Le plugin permet de calculer des courbes de granulométrie en niveaux de gris en utilisant des outils de morphologie mathématique.

Table des matières

1	Introduction	2
2	Principe de la granulométrie	2
2.1	Les éléments structurants	2
2.2	Ouverture et fermeture morphologique	2
2.3	Granulométrie	3
2.4	Tailles moyennes	3
3	Utilisation du plugin « Grayscale Granulometry »	4
3.1	Installation	4
3.2	Granulométrie d'une image	4
3.3	Granulométrie par lot	4
	Références	5

1 Introduction

Parmi les outils d'analyse d'images, l'analyse de texture permet de décrire les images sur la base des variations de niveaux de gris des pixels voisins, sans avoir à identifier de structure au préalable. Différentes méthodes existent, une revue des applications en industrie agro-alimentaire est présentée par Zheng et al. (2006).

L'analyse de texture par granulométrie morphologique en niveaux de gris est une alternative moins employée, mais plus facile à interpréter, et qui permet de dissocier l'analyse des formes sombres et des formes claires. Elle se base sur les outils développés dans le cadre de la morphologie mathématique (Soille, 2003). Elle a été utilisée avec succès pour caractériser des coupes de tissus végétaux (Devaux et al., 2008; Legland et al., 2012) ou des gels laitiers (Fenoul et al., 2008; Morand et al., 2012; Ercili-Cura et al., 2013)

Le plugin « Grayscale Granulometry » permet de calculer des courbes de granulométries en niveaux de gris en utilisant des outils de morphologie mathématique. Il se présente sous la forme d'un plugin pour le logiciel gratuit ImageJ.

2 Principe de la granulométrie

L'idée de la granulométrie par morphologie mathématique est d'appliquer à l'image des filtres définis par un élément structurant de forme donnée, et dont la taille varie. En mesurant les variations de l'image entre deux tailles de filtres, on construit des courbes qui informent sur la distribution de taille en niveaux de gris des structures observées.

2.1 Les éléments structurants

On considère la plupart du temps des éléments structurants carrés. La raison est que pour ce type d'éléments structurant, de nombreux calculs peuvent être accélérés. Dans le cas où on cherche à étudier des textures orientées, on peut considérer des éléments structurants linéaires (Legland et al., 2012).

Il y a plusieurs manières de considérer la taille des éléments structurants. Une première stratégie est de se limiter aux éléments structurants symétriques par rapport à un pixel central, et de faire varier le rayon, c'est à dire le nombre de pixels de chaque côté du pixel central. Pour certains éléments structurants simples (carrés, lignes) on peut aussi considérer une taille en diamètre, ce qui permet de considérer une plus grande variété de tailles. De plus, une taille en diamètre est souvent plus facile à interpréter. On obtient le diamètre équivalent d d'un élément structurant de rayon r par la relation $d = 2r + 1$.

2.2 Ouverture et fermeture morphologique

Les opérations de base de la morphologie mathématique sont l'érosion et la dilatation. L'érosion consiste à calculer le minimum des niveaux de gris dans le voisinage d'un pixel, tandis que la dilatation consiste à calculer le maximum.

En appliquant une érosion suivie d'une dilatation, on fait disparaître les structures claires dont la taille est plus petite que celle de l'élément structurant, mais on change peu la forme des structures plus grandes.

De manière symétrique, une fermeture consiste en une dilatation suivie d'une érosion, et fait disparaître les structures sombres plus petites que l'élément structurant.

2.3 Granulométrie

En appliquant des ouvertures ou des fermetures de taille croissante, on fait disparaître des structures claires ou sombres de plus en plus grandes. On réalise ainsi un tamisage de l'image, en séparant les structures de l'image en fonction de leur taille.

On mesure la différence entre deux images en calculant la somme des niveaux de gris de chaque image. La courbe de la somme des niveaux de gris augmente ou diminue de manière monotone, et finit par atteindre un plateau. La dérivée de cette courbe correspond à une distribution des tailles des structures de l'image.

Plus formellement, si V_i est le volume (somme de niveaux de gris) de l'image à l'itération i , la courbe granulométrique correspondante est donnée par :

$$g_i = \frac{V_{i+1} - V_i}{V_\infty - V_0} \quad (1)$$

où V_∞ correspond à la somme des niveaux de gris à stabilité, et V_0 à la somme des niveaux de gris dans l'image d'origine.

2.4 Tailles moyennes

On constate que les courbes de granulométrie ont souvent une forme de loi log-normale. On peut calculer plusieurs paramètres synthétiques pour ces courbes, notamment la **taille moyenne en niveaux de gris** :

$$m = \sum_{i=1}^n g_i \cdot x_i \quad (2)$$

Il est aussi possible de calculer l'écart-type de la distribution :

$$s = \left[\sum_{i=1}^n g_i \cdot (x_i - m)^2 \right]^{1/2} \quad (3)$$

Enfin, du fait de l'allure des courbes, la valeur de la taille moyenne en niveaux de gris est souvent très éloignée du mode. Une alternative consiste donc à calculer une taille moyenne par la moyenne géométrique :

$$m_g = \exp \left[\sum_{i=1}^n g_i \cdot \log x_i \right] \quad (4)$$

3 Utilisation du plugin « Grayscale Granulometry »

Le plugin permet de traiter des images en 256 niveaux de gris (8 bits). La version par lot convertit automatiquement les images 16 bits en images 8 bits.

Deux types d'utilisation sont possibles :

- courbe granulométrique d'une image simple
- courbe granulométrique pour chaque image d'un fichier, et concaténation des résultats (traitement par lot, ou « en batch »)

Pour le premier cas, on distingue aussi les granulométries en rayon et les granulométries en diamètre. La relation entre les deux est donnée par $d = 2 * r + 1$ (on tient compte du pixel central de l'élément structurant). La version en diamètre permet de faire varier les pas avec plus de finesse que la version en rayon.

3.1 Installation

Deux fichiers sont nécessaires :

- le fichier « Fast_Morphology.jar », qui contient les outils de filtrage morphologique
- le fichier « Grayscale_Morphology.jar », qui calcule les courbes de granulométrie à partir des images.

Ces deux fichiers doivent être placés dans le répertoire « plugins » de ImageJ, typiquement :
C : \Program Files \ImageJ \plugins

3.2 Granulométrie d'une image

Une boîte de dialogue permet de sélectionner les options (type de l'élément structurant, taille maximale et pas éventuel). Le résultat est donné dans un tableau de résultats, et la courbe est affichée.

3.3 Granulométrie par lot

Plusieurs étapes sont nécessaires :

1. Sélection du répertoire contenant les images. En pratique, on sélectionne une image quelconque, et toutes les images du répertoire seront considérées.
2. Sélection des options d'analyse :
 - forme de l'élément
 - taille maximale
 - pas éventuel (default : 1)
 - pré-traitement éventuel à appliquer, pour normaliser ou égaliser l'histogramme de l'image
 - résolution de l'image, en taille de pixel (on suppose des pixels carrés)
3. Choix du fichier de sauvegarde. Un nom générique est proposé par défaut, calculé à partir du nom du répertoire et des options d'analyse.

Le Plugin s'exécute ensuite, en chargeant chaque image et en affichant le filtre courant. Quand toutes les images ont été traitées, le tableau de résultat global est affiché, ainsi qu'un graphique avec les différentes courbes.

De plus, plusieurs fichiers sont sauvegardés :

- un fichier « xxx.txt » résumant les options d'analyse
- un fichier « xxx.vols.txt » contenant les courbes volumétriques des images
- un fichier « xxx.gr.txt » contenant les courbes granulométriques
- un fichier « xxx.stats.txt » contenant différents statistiques descriptives sur chaque courbe (taille moyenne, écart-type, moyenne géométrique de la taille).

Références

- Devaux, M.-F., Bouchet, B., Legland, D., Guillon, F., and Lahaye, M. (2008). Macro-vision and grey level granulometry for quantification of tomato pericarp structure. *Postharvest Biol. Technol.*, 47(2) :199–209.
- Ercili-Cura, D., Lille, M., Legland, D., Gaucel, S., Poutanen, K., Partanen, R., and Lantto, R. (2013). Structural mechanisms leading to improved water retention in acid milk gels by use of transglutaminase. *Food Hydrocolloids*, 30(1) :419 – 427.
- Fenoul, F., Le Denmat, M., Hamdi, F., Cuvelier, G., and Michon, C. (2008). Technical Note : Confocal Scanning Laser Microscopy and Quantitative Image Analysis : Application to Cream Cheese Microstructure Investigation. *J. Dairy Sci.*, 91(4) :1325–1333.
- Legland, D., Devaux, M.-F., Bouchet, B., Guillon, F., and Lahaye, M. (2012). Cartography of cell morphology in tomato pericarp at the fruit scale. *J. Microsc.*, 247(1) :78–93.
- Morand, M., Guyomarc'h, F., Legland, D., and Famelart, M.-H. (2012). Changing the isoelectric point of the heat-induced whey protein complexes affects the acid gelation of skim milk. *International Dairy Journal*, 23(1) :9–17.
- Soille, P. (2003). *Morphological Image Analysis*. Springer, 2nd edition.
- Zheng, C., Sun, D.-W., and Zheng, L. (2006). Recent applications of image texture for evaluation of food qualities—a review. 17(3) :113 – 128.