Multiscale neuriteness filtering

Meijering - 2004

Jonas Lamy

06-05-2019

1 Principe

Meijering propose une mesure de structures tubulaires fines pour la détection de neurites. Celui-ci utilise une Hessienne modifiée pour construire une fonction de rehaussement à partir d'un ratio de valeurs propres.

2 Methode

2.1 Echelle

La notion d'échelle est traitée avec un espace d'échelle. L'image f à l'échelle S est convoluée à un noyau gaussien de second ordre G :

$f_{ij}(x) = (f * G_{ij})(x)$ avec $G_{ij}(x) \triangleq \big(\frac{\partial^2}{\partial_i \partial_j} G\big)(x)$.

et $x = (x, y)$ la position du pixel, et $i, j \in \{x, y\}$.

2.2 Mesure de tubularité

Les valeurs propres λ'_i et vecteurs propres v'_i sont calculés à partir de la matrice modifiée :

$$H'_f(x) = \begin{bmatrix} f_{xx}(x) + \alpha f_{yy}(x) & (1-\alpha) f_{xy}(x) \\ (1-\alpha) f_{xy}(x) & f_{yy}(x) + \alpha f_{xx}(x) \end{bmatrix}$$

Les vecteurs propres et valeurs propres de cette matrice s'expriment par :

$$\begin{cases} v'_1(x) = v_1(x) \\ v'_2(x) = v_2(x) \end{cases} \quad et \begin{cases} \lambda'_1(x) = \lambda_1(x) + \alpha\lambda_2(x) \\ \lambda'_2(x) = \lambda_2(x) + \alpha\lambda_1(x) \end{cases}$$

avec λ_1 et λ_2 les vecteurs et valeurs propres de la hessienne classique à la position (x). α est choisi de manière à ce que le filtre soit plat de manière maximal dans sa direction longitudinale. α après résolution analitique a pour valeur 1/3.

La fonction de rehaussement de neurites (neuriteness) assigne pour chaque pixel une valeur selon la formule :

$$\rho(x) = \begin{cases} \lambda(x)/\lambda_{min} \text{ si } \lambda(x) < 0 \\ 0 \text{ si } \lambda(x) \geq 0 \end{cases}$$

Avec $\lambda = max(\lambda'_1, \lambda'_2)$ et λ_{min} la plus petite valeur propre de l'image.

3 Extension 3D

Sazak propose une extension 3D en redefinissant les valeurs propres de la manière suivante :

$$\begin{cases} \lambda'_1 = \lambda_1 + \alpha\lambda_2 + \alpha\lambda_3 \\ \lambda'_2 = \lambda_2 + \alpha\lambda_3 + \alpha\lambda_3 \\ \lambda'_3 = \lambda_3 + \alpha\lambda_1 + \alpha\lambda_2 \\ \lambda_{max} = max(|\lambda'_1|, |\lambda'_2|, |\lambda'_3|) \\ \lambda_{min} = min(\lambda_{max}) \end{cases}$$

4 Avantages

- Filtre capable de traiter des structures tubulaires fines. - Detecte des structures tubulaires de faibles contrastes.

5 Inconvénients

- utilisée seule, cette mesure rehausse aussi le bruit ambient.

6 Notes

- Ce filtre n'effectue pas une segmentation.
- Contrairement à Sato, toute les valeurs propres jouent un rôle dans la mesure.
- [Antiga, 2007] propose une version généralisée de ce filtre.
- [Spiclin, 2015] propose une version améliorée du filtre.