

Vesselness Filters

—

Méthodes :

Hessian3D, Sato, Frangi

Représentation d'une Image



Une image I

- Représentée par une matrice des pixels I
 - Application de Gaussian Kernel avec une standard Deviation σ , pour avoir une fonction f continue et différentiable
 - Calcul de la matrice Hessian en calculant les dérivés secondes de la fonction f
 - Indiquent les directions (les propriétés) des formes locales
 - Comprendre comment sont les formes dans notre image/
-

Les vecteurs et valeurs propres.

Analyse des valeurs propres λ_1 , λ_2 et λ_3 .

on a : $|\lambda_1| < |\lambda_2| < |\lambda_3|$

- Bright tubular structures will have low λ_1 and large negative values of λ_2 and λ_3 .
- Conversely dark tubular structures will have a low value of λ_1 and large positive values of λ_2 and λ_3 .
- Bright plate like structures have low values of λ_1 and λ_2 and large negative values of λ_3
- Dark plate like structures have low values of λ_1 and λ_2 and large positive values of λ_3
- Bright spherical (blob) like structures have all three eigen values as large negative numbers
- Dark spherical (blob) like structures have all three eigen values as large positive numbers

Sato Filter



The key : Reconnexion des discontinuités du Vessel et suppression du bruit
Améliorer les structures curvilignes

- Basé sur the hessian matrix.
- Ordonne les valeur propres : $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$
- $|\lambda_1| \approx 0$
- $\lambda_2 \approx \lambda_3 \ll 0$
- λ_1 représente la direction ou la dérivé seconde est maximale.
- le cas idéal, cette direction est la même du z-axe (line-like structure)

- Deux paramètres alpha 1 et alpha 2 contrôlent l'asymétrie. (0.5; 2)
- Utiliser une fonction de probabilité (How likely it is that this is the vessel structure we have found)

$$F = \begin{cases} \lambda_c^* \exp(-\frac{\lambda_1^{*2}}{2(\alpha_1 \lambda_c^*)^2}) & \lambda_1^* \leq 0, \lambda_c^* \neq 0 \\ \lambda_c^* \exp(-\frac{\lambda_1^{*2}}{2(\alpha_2 \lambda_c^*)^2}) & \lambda_1^* > 0, \lambda_c^* \neq 0 \\ 0 & \lambda_c^* = 0 \end{cases}$$

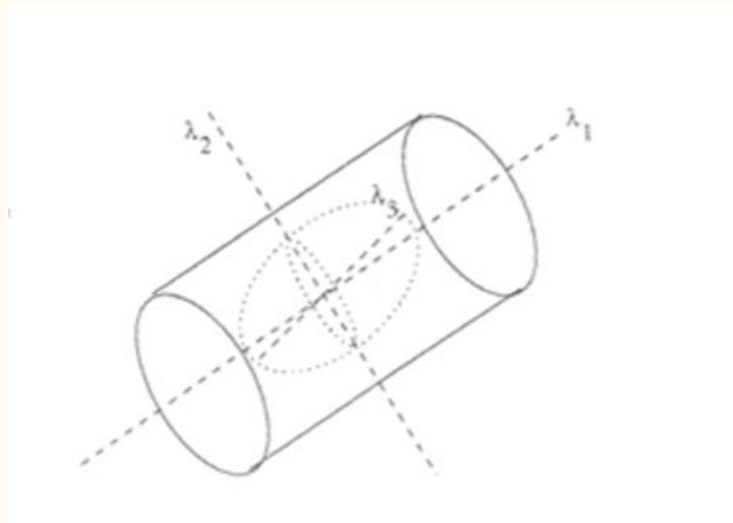
with $\lambda_c^* = \min\{-\lambda_2^*, -\lambda_3^*\}$.

Frangi Filter

—

The key : Filtrage sélectif des blobs, plaques et structures tubulaires

- Une façon de voir les structures tubulaires dans une image.
- Identifier les vaisseaux sanguins d'autres composants
- $|\lambda_1| \approx 0$
- $|\lambda_2| \approx |\lambda_3|$
- $|\lambda_1| \ll |\lambda_2|$



λ_1	λ_2	λ_3	Patten
L	L	H-	Plate Bright
L	L	H+	Plate Dark
L	H-	H-	Tubular Bright
L	H+	H+	Tubular Dark
H-	H-	H-	Blob Bright
H+	H+	H+	Blob Dark

- Trois paramètres alpha, Beta et Gamma (0.5; 0.5; 5)
- Utiliser une fonction de probabilité (How likely it is that this is the tubular structure we have found)

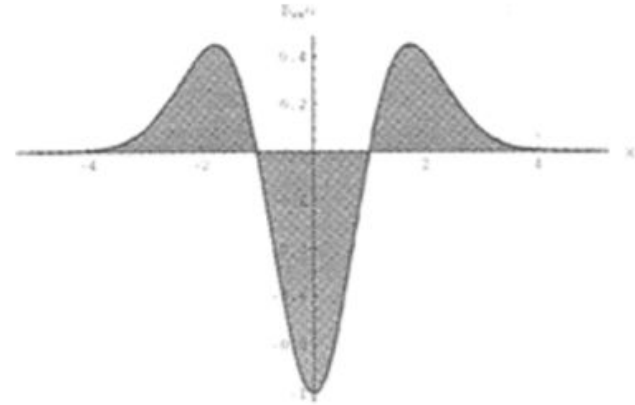
$$F = \left(1 - \exp\left(-\frac{R_a^2}{2\alpha^2}\right)\right) \exp\left(-\frac{R_b^2}{2\beta^2}\right) \left(1 - \exp\left(-\frac{S^2}{2c^2}\right)\right)$$

if $\lambda_2, \lambda_3 \leq 0$ and $F = 0$ otherwise. This function is controlled by three parameters α, β, c .

$$R_b = |\lambda_1| / \sqrt{|\lambda_2 \lambda_3|}$$

$$R_a = |\lambda_2| / |\lambda_3|$$

$$S = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2}$$



- Ra indique la déviation en plate ou ligne.
- Rb indique la déviation en Blob.
- Varier S (Varier sigma) pour avoir les différents size de la structure tubulaires.
- Une très petite valeur de S causera beaucoup de bruit dans l'image.

Conclusion

En utilisant les différentes métriques (TPR, FPR, Dice et MCC) et en comparant entre les différents filtres sur plusieurs images en changeant de zone (l'image complète, le voisinage des vaisseaux, ou bien les zones de bifurcation), on retrouve que le choix du filtre dépend de la région d'intérêt et les erreurs tolérées.