

Watervoxels

Pierre Cettour-Janet, Clément Cazorla, Vaïa Machairas, Quentin Delannoy, Nathalie Bednarek, François Rousseau, Etienne Décencièrre, Nicolas Passat

Jui-Ting Lu, 7 avril 2021

Overview

- 1 Introduction
- 2 Hyperparamètres
 - Ligne de partages des eaux
 - Image gradient
 - Carte des distances
- 3 Résultats

Superpixel



1



1. It-iap8-su (marionnette),
<https://www.pili.com.tw/wallpaper-browse.php>

Objectifs

- Réduction du nombre de pixels sans modifier ni les valeurs ni la topologie.
- En pratique :
 - Réduction de la taille de l'image
 - Préservation des informations
 - Non-alteration de structure

Waterpixels(2015)

Le waterpixels[3] est une famille des méthodes qui calculent les superpixels en utilisant la segmentation par ligne de partage des eaux (watershed).

Image

Support de l'image :

$$\Omega = \prod_{i=1}^n \llbracket 0, d_i - 1 \rrbracket \subset \mathbb{Z}^n$$

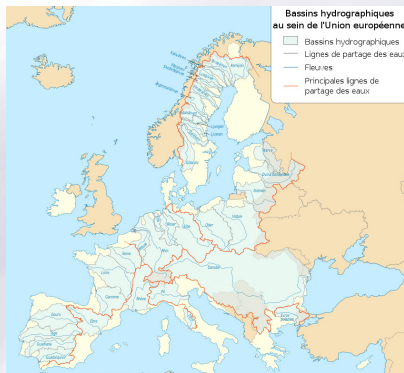
Cas 2D : largeur d_1 et hauteur d_2 .

L'image est défini par :

$$I : \Omega \rightarrow \mathbb{V}$$

où $\mathbb{V}$ est $\mathbb{R}$, $\mathbb{Z}$ (pour les valeurs de niveaux de gris) ou $\mathbb{R}^3$, $\mathbb{Z}^3$ (pour les valeurs de RGB, HSV).

Ligne de partages des eaux



Soit $S = \{s_j\}_{j=1}^k$ l'ensemble des k points distincts dans Ω . Soit $F \in (\mathbb{R}^+)^{\Omega}$ une transformation à niveaux de gris.

$$W(F, S): \Omega \longrightarrow \llbracket 1, k \rrbracket$$

$$x \longmapsto W(F, S) = j.$$

2

2. Bassins hydrographiques de l'Union européenne,
https://fr.wikipedia.org/wiki/Bassin_hydrographique

Image gradient

$$\begin{aligned}\nabla I: \Omega &\longrightarrow \mathbb{R}^+ \\ x &\longmapsto \nabla I(x).\end{aligned}$$

Si $F = \nabla I$, ligne de partages des eaux donne :



Carte des distances

Soit $M \subset \Omega$,

$$\Delta(M): \Omega \longrightarrow \mathbb{R}^+ \\ x \longmapsto \min_{m \in M} \|x - m\|.$$

Si $F = \Delta(M)$, ligne de partages des eaux donne :



Watervoxels [1]

$$\mathcal{W}(I, M, S) = W(\alpha \cdot \nabla I + (1 - \alpha) \cdot \Delta(M), S) \quad (1)$$

Complexité : $\mathcal{O}(|\Omega|)$.
 $\alpha = 0,7$.



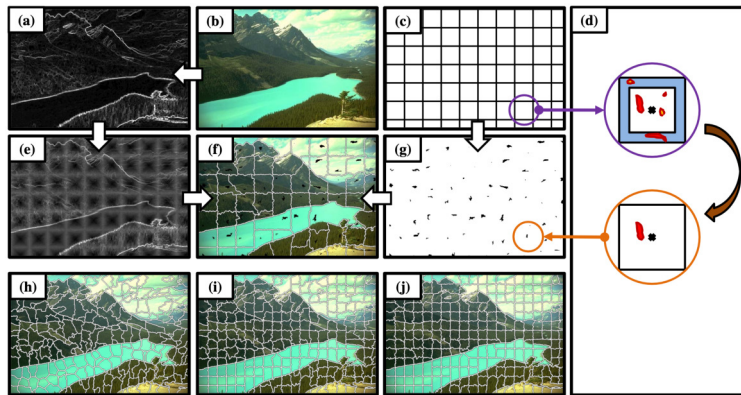
Implémentation

- ▢ Calculer la norme de l'image gradient ∇ .
- ▢ Définir les marqueurs M et calculer la carte des distances $\Delta(M)$.
- ▢ Calculer la transformation :

$$\alpha \cdot \nabla + (1 - \alpha) \cdot \Delta(M).$$

- ▢ Calculer les graines S .
- ▢ (Variante : Calculer la transformation : $\alpha \cdot \nabla + (1 - \alpha) \cdot \Delta(S)$.)
- ▢ Calculer watervoxels $\mathcal{W} = W(\alpha \cdot \nabla I + (1 - \alpha) \cdot \Delta(M), S)$.

Implémentation



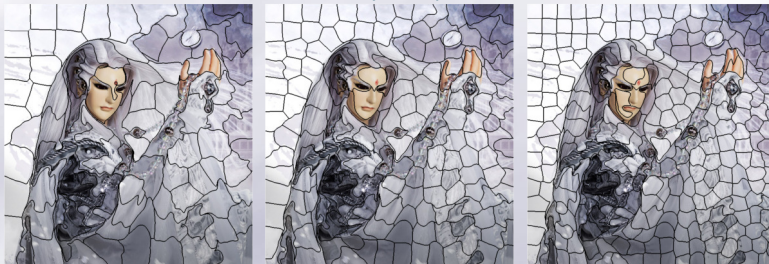
[4]

Avantages

- Bonne adhérence aux limites de l'objet.
- Bonne contrôle sur le nombre et la disposition spatiale des régions résultantes.
- Connexité garantie donc pas de post-traitement.
- Complexité linéaire par rapport à la taille de l'image.

State of the art : SLIC

Simple linear iterative clustering (SLIC)³.



$n_segments = 100/200/300$

3. Scikit-image

Watervoxels



Size of superpixel = $58/40/29^4$
 $\alpha = 0,7$

4. Demo sur Image Processing On Line[2]

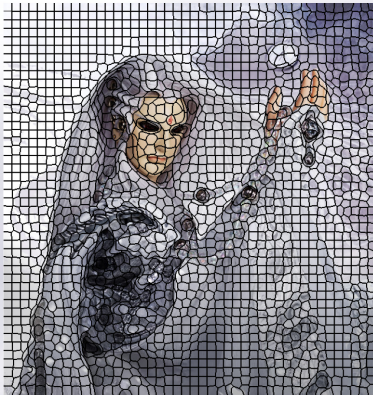
Watervoxels avec m-marqueurs



Size of superpixel = 58/40/29

$\alpha = 0,7$

Comparaison



SLIC
(n_segments=200)



Watershed
(size of superpixel = 15)

Bilan

- La méthode watervoxels est une extension n-dimensionnelle de waterpixels.
- La méthode watervoxels avec m-marqueurs donne une partition moins structurelle, mais plus adaptée aux détails du gradient.
- La complexité de la méthode watervoxels est $\mathcal{O}(\Omega)$, identique à celle de SLIC.

References



P. Cettour-Janet, C. Cazorla, V. Machairas, Q. Delannoy, N. Bednarek, F. Rousseau, E. Décencière et N. Passat. « **Watervoxels** ». In : *Image Processing On Line* 9 (oct. 2019), p. 317-328.



Watervoxels demo (IPOL).

<http://ipolcore.ipol.im/demo/clientApp/demo.html?id=250>.
Accessed : 2021-04-02.



V. Machairas, M. Faessel, D. Cardenas-Pena, T. Chabardes, T. Walter et E. Decenciere. « **Waterpixels** ». en. In : *IEEE Transactions on Image Processing* 24.11 (nov. 2015), p. 3707-3716.



V. Machairas, E. Decenciere et T. Walter. « **Waterpixels : Superpixels based on the watershed transformation** ». In : *2014 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*. Paris, France : IEEE, oct. 2014, p. 4343-4347.