

Détection d'objets géographiques du littoral dans des images satellites multispectrales

Jonathan Weber

Mercredi 20 juin 2007



Encadrants : Sébastien Lefèvre - MCF - LSiiT, Université Louis Pasteur, Strasbourg

Anne Puissant - MCF - GEOSYSCOM, Université de Basse-Normandie, Caen

Intérêt du sujet

- ▶ Théorie :
 - ▶ Définition d'un outil de reconnaissance de forme adapté aux images multispectrales basé sur la morphologie mathématique
- ▶ Application :
 - ▶ Aider les décideurs locaux
 - ▶ Gestion des activités humaines
 - ▶ Inventaire des ressources naturelles
 - ▶ Evaluation des risques
 - ▶ Utilisation des images satellites à Haute-Résolution Spatiale
- ▶ Contexte :
 - ▶ ANR-JC ECOSGIL (Extraction de COonnaissances Spatiales pour la Gestion Intégrée du Littoral)

Morphologie mathématique et détection d'objets

Morphologie mathématique

Détection d'objets

Transformée en Tout ou Rien Multispectrale

Spécificité du multispectral

Définition de l'opérateur

Application

Contexte

Méthode

Validation

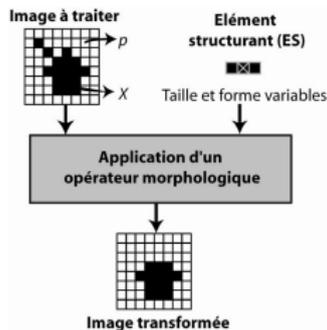
Résultats

Comparaison avec l'existant

Conclusion

Principes de base

- ▶ Introduite il y a 40 ans par G. Matheron et J. Serra
- ▶ Application d'opérateurs morphologiques au moyen d'un motif géométrique, appelé élément structurant (ES), en le déplaçant dans l'image de façon à ce que son centre occupe toutes les positions de l'espace (les pixels p).



Opérateurs

- ▶ Opérateurs de base : Erosion et Dilatation

$$\varepsilon_B(f)(p) = \bigwedge_{q \in B} f(p + q), \quad p \in E \quad (1)$$

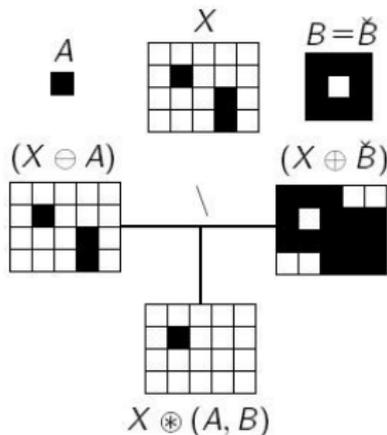
$$\delta_B(f)(p) = \bigvee_{q \in B} f(p - q), \quad p \in E \quad (2)$$

- ▶ Autres opérateurs
 - ▶ Filtrage : Ouverture, fermeture, ASF
 - ▶ Reconnaissance de forme : transformée en tout ou rien
 - ▶ Segmentation : Ligne de partage des eaux
 - ▶ Détection de contours : gradient morphologique
 - ▶ ...

Transformée en tout ou rien binaire

► TTR en binaire

$$X \circledast (A, B) = (X \ominus A) \setminus (X \oplus \check{B}) \quad (3)$$



► Adaptation aux niveaux de gris non-triviale

Transformée en tout ou rien en niveaux de gris

Naegel, Passat et Ronse. Grey-level hit-or-miss transforms - part 1 : Unified theory. *Pattern Recognition*, 2007.

- ▶ 3 définitions :
 - ▶ Ronse
 - ▶ Reconnaissance : Différence minimale entre l'érosion et la dilatation
 - ▶ Valuation : Valeur de l'érosion
 - ▶ Soille
 - ▶ Image niveaux de gris = empilement d'images binaires
⇒ application de la TTR binaire
 - ▶ Valuation : Nombre de fois où la TTR binaire a répondu positivement
 - ▶ Barat
 - ▶ Reconnaissance : Utilisation d'ES avec seuil bas ou haut
 - ▶ Valuation : Différence entre l'érosion et la dilatation
- ▶ Adaptation multispectrale non-triviale

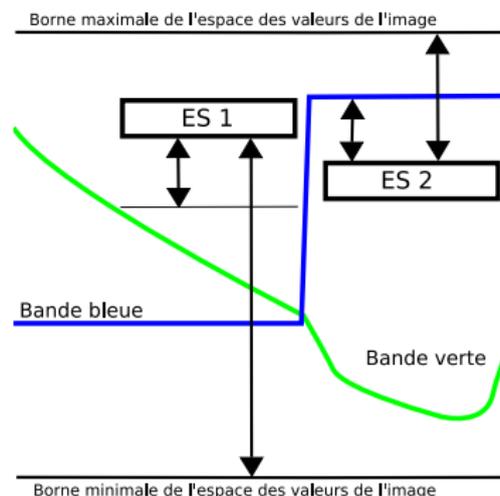
Morphologie Mathématique multispectrale

Aptoula et Lefèvre. A comparative study on multivariate mathematical morphology. Pattern Recognition, 2007.

- ▶ Approche marginale
 - ▶ Faussement multispectrale, apparition de nouveaux vecteurs
- ▶ Approche vectorielle
 - ▶ L'ordre choisi doit être sémantiquement justifiable
- ▶ Approche intermédiaire
 - ▶ Ne pas traiter toutes les bandes
 - ▶ Bande traitée indépendamment
 - ▶ Combinaison des informations extraites des bandes traitées

Définition 1/3

- ▶ Les éléments structurants sont définis par un quadruplet (forme, type, seuil, bande)



Définition 2/3

► Reconnaissance

- Si ES interne

$$\varepsilon_{I_y}(F_{k_y})(p) \geq i_y \quad \forall y \in \Omega_I \quad (4)$$

- Si ES externe

$$\delta_{E_x}(F_{k_x})(p) \leq e_x \quad \forall x \in \Omega_E \quad (5)$$

► Valuation

- Si ES interne

$$(\varepsilon_{I_y}(F_{k_y})(p) - i_y) / (V_{k_y}^+ - i_y) \quad (6)$$

- Si ES externe

$$(e_x - \delta_{E_x}(F_{k_x})(p)) / (e_x - V_{k_x}^-) \quad (7)$$

Définition 3/3

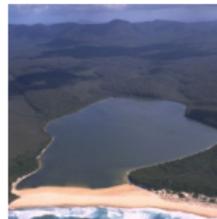
- ▶ Valuation globale

$$\frac{1}{\Omega_E + \Omega_I} \left(\sum_{x \in \Omega_E} \frac{e_x - \delta_{E_x}(F_{k_x})(p)}{e_x - V_{k_x}^-} + \sum_{y \in \Omega_I} \frac{\varepsilon_{I_y}(F_{k_y})(p) - i_y}{V_{k_y}^+ - i_y} \right) \quad (8)$$

- ▶ Résultat normalisé dans $[0, 1]$
- ▶ Notons que $\Omega_E \neq \Omega_I$ est possible

Problématique

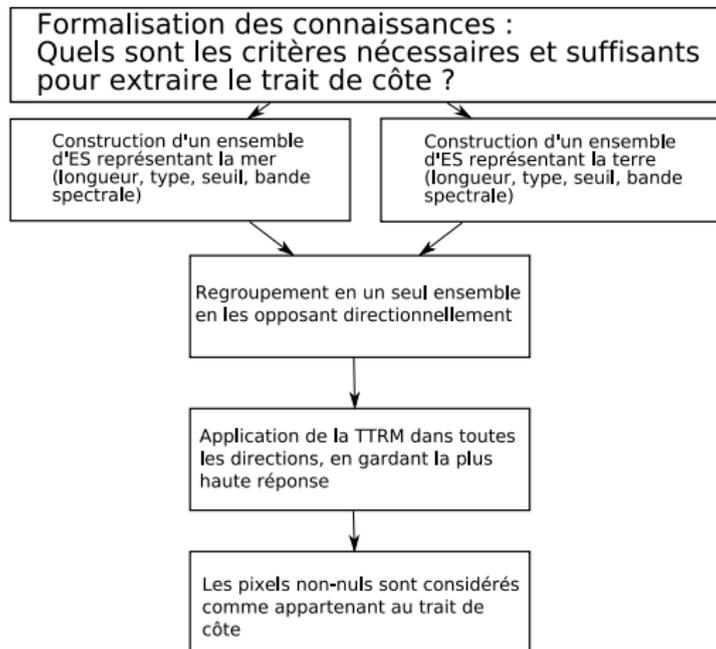
- ▶ Définition du trait de côte
 - ▶ Agence Européenne de l'Environnement : *Ligne qui sépare une surface terrestre d'un océan ou d'une mer*
 - ⇒ Utilisation de ces caractéristiques pour élaborer la méthode
- ▶ Définitions des autres objets du littoral
 - ▶ Difficulté de formalisation des concepts par les géographes



Trois approches pour l'extraction du trait de côte

- ▶ Méthode par détection de contours
 - ▶ Exemple : Heene et Gautama, IGARSS 2000
 - ▶ Problème : Sensibilité au bruit
- ▶ Méthode par seuillage
 - ▶ Exemple : Jishuang et Chao, FIEOS 2002
 - ▶ Problème : Forte dépendance au seuil réglé empiriquement
- ▶ Méthode par classification
 - ▶ Exemple : Bagli et Soille, COASTGIS 2003
 - ▶ Problème : Sensibilité à l'initialisation par l'expert

Algorithme



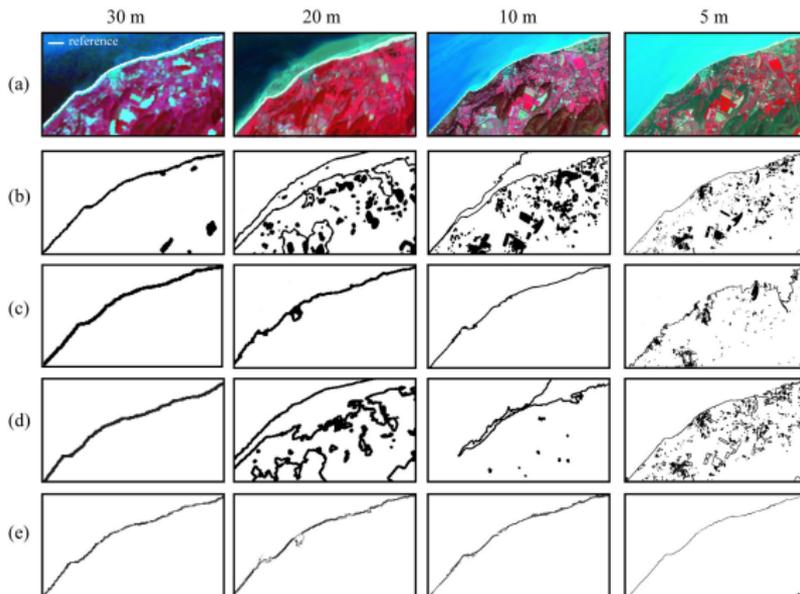
Paramètres

- ▶ Les connaissances sur la zone de la côte normande entre Villerville et Honfleur à différentes résolutions

Rés.	Prop. mer	Prop. terre
30 m	(25,E,20,V)	(25,I,40,V)
20 m	(5,E,25,NDVI)	(5,I,20,NDVI)
10 m	(45,E,1,NDVI), (45,E,30,PIR)	(45,I,25,PIR)
5 m	(45,E,1,NDVI), (45,I,50,R), (45,I,50,V)	(45,E,53,V)



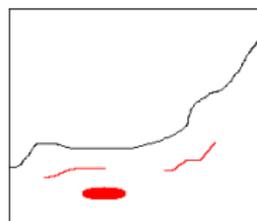
Images des résultats



De haut en bas, référence, Heene, Jishuang, Bagli et notre méthode.

Faux Positifs

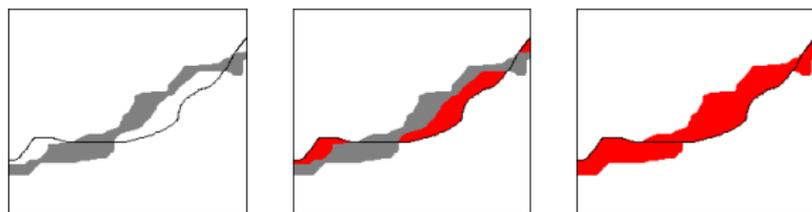
- ▶ Comparaison basée sur le nombre de faux-positifs



Méthode	30m	20m	10m	5m
Heene	7(0.7%)	146(14.4%)	211(9.8%)	487(5.6%)
Jishuang	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	182(0.7%)
Bagli	0 (0 %)	17(1.7%)	12(0.7%)	396(6.3%)
Proposée	0 (0 %)	9 (0.03%)	2(0.004%)	7 (0.005 %)

Distance quantitative

► Comparaison basée sur la distance avec la référence

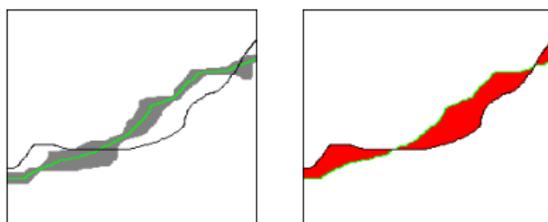


De gauche à droite, détection + référence, distance détection-référence, distance détection-référence + détection

Méthode	30m	20m	10m	5m
Heene	0-1773	1849-6142	17836-25135	3184-21674
Jishuang	1-2098	361-4230	222-4156	43905-79535
Bagli	10-921	53175-75193	9591-14640	15974-42451
Proposée	4- 369	52-1071	341- 3318	81-3130

Distance selon squelette

- ▶ Comparaison basée sur la distance référence-squelette



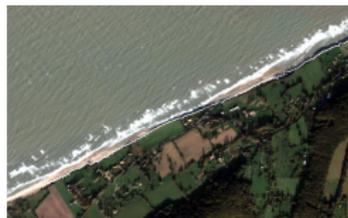
Méthode	30m	20m	10m	5m	Moy
Heene	1	12.09	19.84	14.22	11.79
Jishuang	1.07	4.90	1	136.03	35.75
Bagli	1.61	265.44	11.58	64.74	85.84
Proposée	1.04	1	1.24	1	1.07

Contributions

- ▶ Théorie
 - ▶ Définition d'un nouvel opérateur paramétré par les connaissances du domaine : la transformée en tout ou rien multispectrale
- ▶ Applications
 - ▶ Méthode d'extraction du trait de côte dont les résultats sont globalement supérieurs aux trois méthodes de référence

Perspectives

- ▶ Objets géographiques du littoral :
 - ▶ Adaptation aux images THRS
 - ▶ Autres objets



- ▶ Plus généralement :
 - ▶ Détection contours particuliers
 - ▶ Filtrage
 - ▶ Détection de points d'intérêts

Remerciements

Merci de votre attention.