

# Sujet de thèse (contrat doctoral UdS): Ensembles de niveaux pour la détection d'objets

## Encadrement et laboratoire d'accueil

- Directeur : Christian RONSE - Équipe MIV - LSIIT [cronse@unistra.fr](mailto:cronse@unistra.fr)
- Co-encadrant : Benoît NAEGEL - Équipe MIV - LSIIT [b.naegel@unistra.fr](mailto:b.naegel@unistra.fr)

## Sujet

Une image peut être décrite à partir de ses ensembles de niveaux, qui contiennent l'ensemble des points supérieurs ou inférieurs à une certaine valeur. Cette représentation possède deux avantages : d'une part, invariante au changement de contraste, elle permet de définir une classe d'équivalence entre images ; d'autre part, les ensembles de niveaux coïncident généralement avec les structures de l'image visuellement significatives. Plusieurs études récentes suggèrent que les ensembles de niveaux jouent un rôle fondamental dans la perception visuelle [1, 2]. Les approches gestaltistes considèrent, par exemple, les structures remarquables formées par les lignes de niveau de l'image (alignement, régions contrastées, etc.) [3].

Dans le cadre de la morphologie mathématique, plusieurs structures hiérarchiques s'appuient sur les ensembles de niveaux d'une image : l'arbre des coupes [4, 5], l'arbre des partitions binaires [6] ou encore l'arbre des formes [7]. Ces structures sont utilisées généralement à des fins de filtrage, car elles permettent une implémentation algorithmiquement efficace des "opérateurs connexes", opérateurs qui ont la propriété de ne pas altérer les contours d'une image.

Récemment, ces structures ont été utilisées à des fins d'identification rapide d'objets [8, 9]. Cependant, ces méthodes analysent individuellement les différentes composantes connexes des ensembles de niveaux pour effectuer la reconnaissance. Dans des scènes complexes, un objet visuellement significatif va être potentiellement formé de plusieurs ensembles de niveaux, possiblement disjoints. Elles peuvent donc être mises en défaut dans ce cas.

L'objectif de cette thèse est d'arriver à généraliser les approches fondées sur les lignes de niveaux à des fins de détection d'objets dans des images complexes. Elle devra aboutir à des méthodologies de reconnaissance d'objets originales, ainsi qu'à des algorithmes de traitement efficaces. Dans ce but, les travaux s'articuleront autour de trois axes :

### 1. Etude des connexités alternatives

Les structures hiérarchiques fondées sur les ensembles de niveaux stockent généralement les composantes connexes des ensembles de niveaux. Cependant, considérés individuellement, les ensembles de niveaux ne correspondent pas nécessairement à des objets d'intérêt. Pour résoudre ces problèmes, des connexités alternatives pourront être envisagées [10, 11] permettant d'étendre des structures hiérarchiques arborescentes à des structures de type hyper-arbre [12]. Des approches multi-échelles pourront également être mises en œuvre pour contourner les problèmes d'altération des contours entraînant des connexions ou déconnexions locales des objets.

### 2. Relations spatiales entre les noeuds

Les méthodes hiérarchiques actuelles n'utilisent pas d'informations relatives aux relations spatiales entre les composantes. Cet axe de travail visera à étudier l'apport des relations spatiales entre les noeuds d'une structure hiérarchique dans un objectif d'analyse d'image. La description des relations spatiales pourra reposer notamment sur la notion d'histogramme de forces [13], permettant de représenter, pour chaque objet, l'influence spatiale des autres objets.

### 3. Détection d'objets

Les descripteurs de forme permettent de caractériser la forme d'un objet dans une optique de reconnaissance [14, 15]. Des travaux préliminaires ont montré l'intérêt de combiner les approches structurales avec des descripteurs de forme dans un objectif de reconnaissance [8]. De même, certaines méthodes de reconnaissance s'appuient sur des détecteurs de zones d'intérêt ayant un lien très fort avec la notion

d'arbre des coupes (Maximally Stable Extremal Region [16]). Cet axe de travail aboutira à une étude comparative des descripteurs existants et devra permettre le développement de descripteurs de forme spécifiquement adaptés à la détection d'objets à partir d'approches structurelles.

De plus, à partir de deux représentations structurelles (de nature arborescentes, ou plus généralement de type graphe), un point crucial concerne la mise en correspondance de tout ou partie de leur contenu [19]. Cette mise en correspondance nécessite de développer une métrique qui pourra s'appuyer notamment sur la recherche de plus grand sous-arbre commun maximisant une mesure de similarité (Maximum Similarity Subtree Isomorphism [17, 18]).

Enfin, ces descripteurs d'objets seront utilisés et combinés au sein de méthodes d'apprentissages afin de mettre en œuvre la classification d'objets.

## Applications

Les méthodes développées seront appliquées à l'analyse d'objets au sein d'images biomédicales (imagerie médicale et imagerie biologique).

## Références

- [1] F. Cao, J.L. Lisani, J.-M. Morel, P. Musé, F. Sur A theory of shape identification. Lecture Notes in Mathematics, Vol. 1948, Springer, 2008
- [2] V. Caselles and P. Monasse Geometric Description of Topographic Maps and Applications to Image Processing. Springer Verlag, 2010.
- [3] A. Desolneux, L. Moisan and J.-M. Morel From Gestalt Theory to Image Analysis : A Probabilistic Approach Springer-Verlag, collection "Interdisciplinary Applied Mathematics", Vol.34, 2008
- [4] P. Salembier, A. Oliveras, L. Garrido Anti-extensive Connected Operators for Image and Sequence Processing IEEE Transactions on Image Processing, Vol.7 Num. 4, p. 555-670, 1998
- [5] L. Najman, M. Couprie Building the component tree in quasi-linear time. IEEE Transactions on Image Processing, Vol.15 Num. 11, p. 3531-3539, 2006
- [6] P. Salembier, L. Garrido Binary Partition Tree as an Efficient Representation for Image Processing, Segmentation, and Information Retrieval IEEE Transactions on Image Processing, Vol.9 Num. 4, p. 561-576, 2000
- [7] Y. Pan and J.D. Birdwell and S.M. Djouadi Preferential image segmentation using tree of shapes IEEE Trans. on Image Processing, Vol.18, Num.4, p.854-866, 2009
- [8] B Naegel and L Wendling. Combining shape descriptors and component-tree for recognition of ancient graphical drop caps. Proceedings of VISAPP'09 : Fourth International Conference on Computer Vision Theory and Applications, volume 2, Lisboa, Portugal, pages 297-302, INSTICC, 2009
- [9] B. Naegel and L. Wendling A document binarization method based on connected operators Pattern Recognition Letters, Vol.31, Num.11, p. 1251-1259, 2010
- [10] C. Ronse Set-theoretical algebraic approaches to connectivity in continuous or digital spaces Journal of Mathematical Imaging and Vision, Vol.8, p. 41-58, 1998
- [11] G. K. Ouzounis and M. H. F. Wilkinson Mask-based second-generation connectivity and attribute filters IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, Vol.29, Num.6, p. 990-1004, 2007
- [12] N. Passat and B. Naegel Component-hypertrees for image segmentation ISMM 2011, 10th International Symposium on Mathematical Morphology, Vol.6671 of Lecture Notes in Computer Science, Intra, Lake Maggiore, Italy, July 6-8, Springer, 2011
- [13] P. Matsakis, J. Keller, O. Sjahputera, J. Marjamaa The Use of Force Histograms for Affine-Invariant Relative Position Description IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.26, Num.1, p. 1-18, 2004.
- [14] P.L. Rosin Computing global shape measures Handbook of Pattern Recognition and Computer Vision, 3rd Edition, C.H. Chen and P.S.P. Wang (eds), p. 177-196, 2005
- [15] D. Zhang and G. Lu Review of shape representation and description techniques Pattern Recognition, Vol. 37 Num. 1 p. 1-19, 2004
- [16] D. Nistér and H. Stewénus Linear Time Maximally Stable Extremal Regions Computer Vision - ECCV 2008, Vol. 5303, D. Forsyth, P. Torr, and A. Zisserman, Eds. Springer Berlin / Heidelberg, p. 183-196, 2008
- [17] A. Torsello and D. Hidović-Rowe and M. Pelillo Polynomial-Time Metrics for Attributed Trees IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., Vol. 27, Num. 7, p. 1087-1099, 2005
- [18] N. Alajlan, M. Kamel Geometry-Based Image Retrieval in Binary Image Databases IEEE Transactions on PAMI, Vol.30 Num. 6, p. 1003-1013, 2008 A. Charnoz
- [19] A. Charnoz Recalage d'organes intra-patient à partir de l'étude de leur réseau vasculaire : application au foie. Université de Strasbourg, Thèse de doctorat, 26 janvier 2007