

Sujet de thèse : Opérateurs connexes, représentations hiérarchiques et apprentissage profond.

Encadrement

- Directeur : Benoît NAEGEL - Équipe IMAGeS - ICube - b.naegel@unistra.fr
- Co-encadrant : Adrien KRÄHENBÜHL - Équipe IMAGeS - ICube - krahenbuhl@unistra.fr

Financement

Contrat doctoral de l'Université de Strasbourg.
Cette thèse est à pourvoir au 1er septembre 2019.
Durée du financement : 3 ans.

Profil du candidat

Master en Informatique, Imagerie ou Mathématiques appliquées.
Expérience en traitement d'images et apprentissage machine
Programmation Python, C++.

Candidature

Le candidat devra adresser un dossier comportant impérativement les éléments suivants :

- Résultats et classement pour les Master 1 et Master 2
- Résultats complets des diplômes obtenus avant le Master
- Curriculum vitæ
- Lettre de motivation

Sujet

En morphologie mathématique, les opérateurs connexes sont des filtres permettant de simplifier une image en préservant ses contours. Ces opérateurs s'appuient en général sur des représentations hiérarchiques modélisant les régions de l'image obtenues à différentes échelles ainsi que les relations d'inclusion entre celles-ci. Ces représentations ont généralement une structure de graphe ou d'arbre. Les régions considérées peuvent s'appuyer sur les lignes de niveau de l'image (contours des composantes connexes des seuils de l'image) ou sur des fusions de régions. Dans ce contexte, diverses représentations ont été proposées : max-tree, arbre des coupes ou component-tree [4, 2], arbre des formes [6], arbre binaire de partitionnement [7], α -trees, graphe des coupes [9]. Ces représentations hiérarchiques ont été mises en œuvre dans différentes applications d'analyse d'images : filtrage, simplification, segmentation [3]. Ces structures ont notamment été utilisées dans le cadre de la reconnaissance d'objets : par le biais de vecteurs d'attributs associés aux régions, des méthodes d'apprentissage machine (SVM, Random Forest, arbres C4.5) ont été exploitées pour identifier des objets d'intérêt en traitement du document et traitement d'images médicales.

Parallèlement, dans le domaine de la segmentation sémantique, l'apprentissage profond est en plein essor. Ces techniques s'appuient en grande partie sur les réseaux de neurones convolutifs qui classifient une image par le biais d'une succession d'opérateurs de convolutions, organisés selon une certaine architecture, et dont les poids sont appris à partir d'une base d'entraînement généralement très grande.

L'objectif de cette thèse est de mettre en œuvre des techniques d'apprentissage profond dans le cadre des représentations hiérarchiques d'image. Dans ce but plusieurs pistes seront explorées :

- utiliser les représentations hiérarchiques pour obtenir une hiérarchie de partitions qui sera utilisée à l'entrée du réseau de neurones. Les régions de cette hiérarchie de partitions pourront être classifiées indépendamment puis les résultats fusionnés afin de produire une classification dense (au niveau du pixel) de l'image ;
- utiliser les opérateurs connexes à des fins de prétraitement de l'image à l'entrée du réseau pour favoriser l'apprentissage ;
- les représentations hiérarchiques permettent de filtrer une image par le biais de filtres d'attributs (tels que les ouvertures d'aire, de contraste, etc.). De tels filtres pourront être exploités à l'intérieur du réseau de neurones, en remplacement ou en complément des opérateurs de convolutions. Un des verrous à ce type d'approche repose sur le calcul du gradient pour la rétropropagation. Dans ce but, une définition alternative des opérateurs pourra être envisagée.

Ces méthodes seront évaluées et comparées à différentes méthodes de la littérature dans le domaine de la segmentation d'images biomédicales.

Références

- [1] P. Salembier and J. Serra Flat zones filtering, connected operators, and filters by reconstruction. IEEE transactions on image processing : a publication of the IEEE Signal Processing Society, Vol. 4 Nul. 8, 1153-60
- [2] 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
- [3] 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
- [4] P. Salembier, A. Oliveras et L. Garrido. Anti-Extensive Connected Operators for Image and Sequence Processing ». IEEE Transactions on Image Processing 7.4 (1998), p. 555-570.
- [5] L. Pessoa, P. Maragos Neural networks with hybrid morphological/rank/linear nodes : a unifying framework with applications to handwritten character recognition Pattern Recognition 33 (2000) 945-960.
- [6] Géraud, T., Carlinet, E., Crozet, S., Najman, L. A quasi-linear algorithm to compute the tree of shapes of nD images. Proceedings of the 11th International Symposium, ISMM 2013, Uppsala, Sweden, 27-29 May 2013 ; Volume 7883, pp. 97-108.
- [7] Salembier, P., Garrido, L. Binary Partition Tree as an Efficient Representation for Image Processing, Segmentation, and Information Retrieval. IEEE Trans. Image Process. 2000, 9, 561-576.
- [8] Masci, J., Angulo, J., Schmidhuber, J. A Learning Framework for Morphological Operators Using Counter-Harmonic Mean Proceedings of the 11th International Symposium, ISMM 2013, Uppsala, Sweden, Volume 7883, pp. 329-340.
- [9] N. Passat et B. Naegel. « Component-Trees and Multivalued Images : Structural Properties ». Journal of Mathematical Imaging and Vision 49.1 (avr. 2014), p. 37- 50.