

Proposition de stage de Master

Sujet: Deep Learning pour l'apprentissage de dictionnaires

Encadrants : Jean-Yves TOURNERET et François MALGOUYRES

Lieu du Stage : IRIT-ENSEEIH

La recherche de représentations parcimonieuses des signaux et des images a permis des avancées conséquentes dans le domaine de la compression, de la restauration et du débruitage. Les techniques classiques qui conduisent à ces représentations reposent sur la connaissance a priori d'un dictionnaire (Fourier, DCT, ondelettes...) approprié à la nature des objets considérés (images, sons...). Cependant, pour des classes de signaux plus générales, ces dictionnaires standards peuvent se révéler inadaptés pour représenter efficacement toute la diversité inhérente aux données. Des méthodes innovantes permettant de dépasser cet écueil ont fait l'objet de nombreux travaux dans la littérature. Elles consistent à construire directement à partir des données le dictionnaire qui conduit à une représentation parcimonieuse. De nombreuses méthodes sont maintenant disponibles dans la littérature pour cette construction comme les méthodes de factorisation matricielle (analyse en composantes principales, analyse en composantes indépendantes, factorisation en matrices non négatives utilisant par exemple l'algorithme de Lee and Seung [1]) et les méthodes de représentation parcimonieuse (méthodes probabilistes comme [2]-[4], méthodes de clustering comme la méthode K-SVD [5]). Cependant ces méthodes ont donné des résultats non convaincants pour l'analyse d'images de télédétection (débruitage, classification, indexation) [6]. Nous pensons que cet échec était dû au caractère non-structuré des dictionnaires obtenus à l'aide des méthodes citées précédemment.

Une méthode originale d'apprentissage de dictionnaires structurés construits à partir de compositions de convolutions a été proposée dans [7]. Le problème d'apprentissage de dictionnaires étudié dans [7] consiste à approcher un signal ou une image d'intérêt par la convolution d'un code et d'un atome défini comme la convolution de noyaux de supports parcimonieux. L'intérêt de cette représentation sous la forme de composition de convolutions est de pouvoir approcher des images (ou patches) de grande taille en vertu de la nature parcimonieuse des noyaux utilisés. La méthode développée dans [7] a des similarités avec une méthode de « deep learning » basée sur des réseaux convolutifs initialement proposée dans [8] ou dans [9]. L'objectif de ce stage est tout d'abord d'étudier les principes des méthodes d'apprentissage développées dans [8] et [9], puis d'analyser la possibilité d'utiliser ces méthodes pour l'apprentissage de dictionnaires structurés comme ceux proposés dans [7].

Compétences requises :

- Programmation Matlab
- Traitement statistique du signal et des images
- Des connaissances en optimisation et en simulation stochastique sera appréciée.

Références :

[1] D. D. Lee and H. S. Seung. "Learning the parts of objects by non-negative matrix factorization", *Nature*, 401: 788-791, 1999.

[2] B. A. Olshausen and D. J. Field, "Sparse coding with an overcomplete basis set: A strategy employed by v1?", *Vis. Res.*, 37(23), pp. 3311-3325, 1997.

[3] I. Gorodnitsky and B. Rao, "Sparse signal reconstruction from limited data using FOCUSS: a re-weighted minimum norm algorithm", *IEEE Trans. Signal Process.*, vol. 45, no. 3, pp. 600-616, Mar 1997.

- [4] N. Dobigeon and J.-Y. Tournet, "Bayesian orthogonal component analysis for sparse representation", IEEE Trans. Sig. Process., vol. 58, no. 5, pp. 2675-2685, May. 2010.
- [5] M. Aharon, M. Elad, and A. Bruckstein, "K-SVD: an algorithm for designing overcomplete dictionaries for sparse representation", IEEE Trans. Signal Process., vol. 54, no. 11, pp. 4311-4319, Nov. 2006.
- [6] Etude RT CNES no R-S11-OT-0004-057 intitulée "Apprentissage de dictionnaires pour la représentation d'images de télédétection", avril 2012-avril 2013.
- [7] O. Chabiron, F. Malgouyres, J.-Y. Tournet and N. Dobigeon, "Towards fast transform learning", to appear in Int. J. Comput. Vision, 2014, available online at <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/86/29/03/PDF/FTL.pdf>.
- [8] H. Lee, R. Grosse, R. Ranganath and A. Y. Ng, "Unsupervised learning of hierarchical representations with convolutional deep belief networks", Commun. ACM, vol. 54, no. 10, oct. 2011.
voir aussi <http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html>
- [9] D. C. Ciresan, U. Meier, J. Masci, L. M. Gambardella, J. Schmidhuber. Flexible, High Performance Convolutional Neural Networks for Image Classification. International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-2011, Barcelona), 2011.