

Classification bayésienne de textures d'images à partir de réseaux de neurones convolutionnels profonds.

Proposition de **Thèse de doctorat en mathématiques appliquées,**

encadrée à Aix-Marseille Université par

Frédéric Richard (Institut de mathématiques de Marseille)
et Eric Guedj (Institut Fresnel, APMH La Timone).

Contexte et objectifs.

L'analyse de texture connaît actuellement un vif regain d'intérêt avec les avancées apportées à partir de 2012 (Krizhevsky, 2012) par les RNCP en vision par ordinateur. Dans (Cimpoi, 2016), les couches convolutionnelles du RNCP AlexNet (Krizhevsky, 2012) pré-appriées sur la base ImageNet ont été transférées avec succès pour classer les textures. Dans (Andrarczyk, 2016), l'apprentissage complet de RNCP moins complexes a été réalisé sur des bases de textures. Cependant, le problème demeure d'apprendre ou de transférer des RNCP sur des bases de textures spécifiques où l'on ne dispose pas d'un nombre suffisamment élevé de données. La difficulté principale est d'éviter les phénomènes de sur-apprentissage provoqués par la complexité du RNCP. L'un des enjeux de cette thèse est de remédier à ces phénomènes de sur-apprentissage en développant une approche bayésienne des RNCP.

Pour lever ce verrou, nous proposons une approche bayésienne des RNCP qui s'inspire de nos travaux antérieurs sur l'analyse de texture (Richard-2016a, Richard-2016b, Richard-2018) où l'image est considérée comme la réalisation de champs aléatoires et les propriétés de textures estimées à partir d'une analyse variographique. A l'instar de Andrarczyk (2016), nous proposons de former un RNCP comportant une série de couches convolutionnelles pour filtrer les images. Cependant, les noyaux de convolution, les fonctions d'activation et phases de pooling seront adaptées pour se ramener à des opérations similaires à une analyse variographique.

Une partie de la thèse sera consacrée à l'étude des lois de probabilité des couches du réseau sous l'hypothèse que les images d'entrée sont des réalisations de champs aléatoires intrinsèques. Cette étude constituera le socle d'une interprétation bayésienne du RNCP. Au travers de cette interprétation, nous pourrions apporter un éclairage statistique sur les opérations proposées dans la littérature. Nous pourrions en outre compléter l'architecture par des contraintes et opérations appropriées en vue de réduire les effets de sur-apprentissage.

Une autre partie de la thèse concernera l'apprentissage du réseau. Nous proposerons une stratégie en deux temps. D'abord, nous apprendrons une partie basse du RNCP (caractéristiques de texture) à partir d'un nombre illimité d'exemples obtenus par simulation d'un modèle de champ aléatoire. Puis, nous transférerons cette partie basse pré-appriée pour faire la classification de bases de données spécifique. Ainsi, dans l'apprentissage de la partie basse, la complexité du réseau n'est pas limitée par la taille de la base d'apprentissage. Il s'agira principalement de déterminer une architecture appropriée pour atteindre un niveau de précision suffisant. Le travail de la première partie pourra permettre de définir des contraintes a priori visant à limiter les effets de sur-apprentissage.

Nous appliquerons cette approche à des données issues de l'imagerie moléculaire par Tomographie par Emission de Positons (TEP) et Tomographie d'Emission Mono-Photonique (TEMP) en vue d'améliorer la prise en charge de maladies cérébrales neurologiques et psychiatriques (Pan, 2018 ; Garali, 2018). L'objectif est de développer des outils de quantification du signal TEP/TEMP qui tiennent compte d'information sur les interactions spatiales entre voxels à l'origine de la texture des images, sur la dynamique temporelle des images et sur leur caractère multiparamétrique (et notamment multi-cibles).

Références bibliographiques :

(Andrarczyk, 2016) V. Andrarczyk and P. Whelan. Using filter banks in convolutional neural networks for texture classification. Pattern Recognition Letters, 84:63-69, 2016.

(Cimpoi, 2016) M. Cimpoi, S. Maji, I. Kokkinos, and A. Vedaldi. Deep filter banks for texture recognition, description, and segmentation. Int. J. Comput Vis, 118(1):65-94, 2016.

(Krizhevsky, 2012) A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In Advances in neural information processing systems, pages 1097-1105, 2012.

(Richard, 2016a) F. Richard. Tests of isotropy for rough textures of trended images. Statistica Sinica, 26:1279-1304, 2016.

(Richard, 2016b) F. Richard. Some anisotropy indices for the characterization of Brownian textures and their application to breast images. Spatial Statistics, 18:147-162, 2016.

(Richard, 2018) F. Richard. Anisotropy of Hölder Gaussian random field: characterization, estimation and application to image textures. Statistics and Computing, 28(6):1155-1168, 2018.

(Pan, 2018) X. Pan, M. Adel , C. Fossati, T. Gaidon, E. Guedj Multi-level Feature Representation of FDG-PET Brain Images for Diagnosing Alzheimer's Disease. IEEE J Biomed Health Inform. 2018 Jul 18.

(Garali, 2018) I. Garali, M. Adel, S. Bourennane, E. Guedj. Histogram-Based Features Selection and Volume of Interest Ranking for Brain PET Image Classification. IEEE J Transl Eng Health Med. 2018 Mar 16;6:2100212.

Profil Recherché :

Cette thèse s'adresse à des étudiants ayant obtenu un diplôme de niveau master 2 orienté mathématiques appliquées, statistique, traitement du signal ou sciences de données. Les candidats devront présenter des compétences

- en mathématiques appliquées,
 - en statistique et/ou traitement d'images et/ou apprentissage,
 - en programmation (python, matlab et/ou R).
- et afficher un goût pour les applications.

Un bon niveau de langue à l'oral et à l'écrit est exigé en français ou en anglais.

Contact et candidature :

Envoyer vos CV, relevés de notes, lettres de motivation et de recommandation par email à frederic.richard@univ-amu.fr et eric.guedj@univ-amu.fr.

Date de publication de l'offre : 05/03/2019.

Date limite de candidature : 10/05/2019.

Informations complémentaires :

Site de l'I2M : <http://www.i2m.univ-amu.fr>

Site de l'Institut Fresnel : <https://www.fresnel.fr>

Site de Frédéric Richard : <https://www.i2m.univ-amu.fr/perso/frederic.richard/>

Type de financement : bourse ministérielle.

Ouvertures possibles pendant la thèse (à discuter en entretien) :

- sur des activités d'enseignement à Aix-Marseille Université,
- sur des expertises auprès d'entreprises (dispositif doctorant-expert).