



Offre n°2020-02392

Doctorant F/H Apprentissage machine et réseaux de convolution pour le débruitage et la détection d'objets en imagerie faibles flux de photons et imagerie nocturne satellitaire

Type de contrat : CDD

Niveau de diplôme exigé : Bac + 5 ou équivalent

Fonction : Doctorant

A propos du centre ou de la direction fonctionnelle

Le centre Inria Rennes - Bretagne Atlantique est un des huit centres d'Inria et compte plus d'une trentaine d'équipes de recherche. Le centre Inria est un acteur majeur et reconnu dans le domaine des sciences numériques. Il est au cœur d'un riche écosystème de R&D et d'innovation : PME fortement innovantes, grands groupes industriels, pôles de compétitivité, acteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur, laboratoires d'excellence, institut de recherche technologique.

Contexte et atouts du poste

Le financement de la thèse est acquis et le recrutement se fera sous contrat doctoral Inria.

Le travail sera mené dans le cadre d'une collaboration avec un grand groupe industriel et en interaction avec des partenaires académiques.

Problématique: L'imagerie à faible flux de photons est une problématique assez fréquente en imagerie astronomique, en microscopie ou en vision nocturne satellitaire. Dans la plupart de cas, le capteur reçoit un faible nombre de photons qui est ensuite intensifié afin de former des images. Le bruit observé est d'autant plus important que le nombre de photons collecté est faible sur chaque pixel.

Objectif global: L'objectif de cette thèse est donc d'améliorer la qualité des images acquises dans ces conditions afin de faciliter leur interprétation. Cette thèse s'inscrit dans le cadre d'une collaboration avec un grand groupe industriel et en interaction avec des partenaires académiques.

Mission confiée

Mission: Apprentissage machine et réseaux de convolution pour le débruitage et la détection d'objets en imagerie faibles flux de photons et imagerie nocturne satellitaire

Principales activités

Approche envisagée: La première partie de la thèse visera à réduire le bruit induit par les capteurs. Dans un premier temps, nous évaluerons la nature paramétrique et non-paramétrique des bruits afin de pouvoir les simuler. Pour cela, une méthode de quantification et d'estimation du bruit sera mise en place. L'estimation pourra reposer sur la détection automatique de zones homogènes de l'image, effectuée à l'aide de tests non paramétriques. Les statistiques du bruit pourront ensuite être estimées à partir de ces régions homogènes à l'aide d'une méthode d'estimation robuste de la fonction de niveau de bruit.

Après une caractérisation du bruit, les images pourront alors être débruitées. Nous proposons de développer dans la seconde partie la thèse des solutions algorithmiques de débruitage d'images qui exploite la redondance d'information, la régularité et la parcimonie dans les images. Nous distinguerons les approches non supervisées qui ne nécessitent pas d'apprentissage, et les approches qui exploitent les réseaux convolutionnels et l'apprentissage profond. Les techniques de simulation de bruit seront couplées à des techniques de réseaux adversaires afin de pouvoir mieux capturer les corrélations spatiales. Une adaptation au débruitage de séquences d'images permettra aussi de tenir compte de la redondance d'information temporelle apportée par le flux vidéo, en garantissant stabilité temporelle et préservation des structures fines et détails dans les images.

Enfin, dans la troisième partie de la thèse, nous nous intéresserons à la détection automatique d'objets d'intérêt. Comme la

détection supervisée ou non supervisée est aisée si le bruit est faible dans les images, nous chercherons donc à concilier débruitage et détection dans un cadre unifié afin de réduire le taux de fausses alarmes. Comme précédemment, nous évaluerons le potentiel des approches non-supervisées et les réseaux convolutionnels pour résoudre cette problématique.

Intérêts applicatifs: Au delà de la problématique de la vision nocture satellitaire, des applications en imagerie de microscopie de fluorescence à l'échelle cellulaire seront envisagées.

Bibliographie :

1. Moebel, A. Martinez, D. Larivière, J. Ortiz, W. Baumeister, C. Kervrann. **3D ConvNet improves macromolecule localization in 3D cellular cryo-electron tomograms**, preprint 2020
2. H.-N. Nguyen, V. Paveau, C. Cauchois, C. Kervrann. **A variational method for deblurring large fluorescence line scanner images**, IEEE Transactions on Computational Imaging, 4(2) :241-256, 2018
3. Jin, I. Grama, C. Kervrann, Q. Liu. **Non-local means and optimal weights for noise removal**, SIAM Journal on Imaging Sciences, 10(4):1878-1920, 2017
4. Roudot, C. Kervrann, C. Blouin, C., F. Waharte. **Lifetime estimation on moving sub-cellular objects in frequency domain FLIM imaging**, J. Optic. Soc. Am., 32(10), 1821-1835, 2015
5. Basset, J. Boulanger, J. Salamero, P. Bouthemy, C. Kervrann. **Adaptive spot detection with optimal scale selection in fluorescence microscopy images**, IEEE Transactions on Image Processing, 24(11):4512-4527, Nov. 2015
6. Pécot, P. Bouthemy, J. Boulanger, A. Chessel, S. Bardin, J. Salamero, C. Kervrann. **Background fluorescence estimation and vesicle segmentation in live cell imaging with conditional random fields**, IEEE Transactions on Image Processing, 24(2):667-680, Feb. 2015
7. Kervrann. **PEWA: Patch-based Exponentially Weighted Aggregation for image denoising**. Proc. Neural Information Processing Systems (NIPS'14), Montreal, Canada, 2014
8. Kervrann, P. Roudot, F. Waharte. **Approximate Bayesian Computation, stochastic algorithms and non-local means for complex noise models**. Proc. IEEE Int. Conf. on Image Processing (ICIP'14), Paris, 2014
9. Roudot, C. Kervrann, J. Boulanger, F. Waharte. **Noise modeling for intensified camera in fluorescence imaging: application to image denoising**. Proc. IEEE Int. Symp. on Biomedical Imaging (ISBI'13), San-Francisco, CA, 2013
10. Kervrann, J. Boulanger, T. Pécot, P. Pérez, J. Salamero. **Multiscale neighborhood-wise decision fusion for redundancy detection in image pairs**. SIAM J. Multiscale Modeling & Simulation, 9(4):1829-1865, 2011
11. P.M. Carlton, J. Boulanger, C. Kervrann, J.-B. Sibarita, J. Salamero, S. Gordon-Messer, J.E. Haber, S. Haase, L. Shao, L. Winoto, A. Matsuda, P. Kner, S. Usawa, Y. Strukov, M. Gustafsson, Z. Kam, D. Agard, J. Sedat. **Fast live simultaneous multi-wavelength 4-dimensional optical microscopy**. Proc Natl Acad Sci USA, 107(37):16016-16022, 2010
12. Boulanger, A. Gidon, C. Kervrann, J. Salamero. **A patch-based method for repetitive and transient event detection in fluorescence Imaging**. PLoS One, 5(10): e13190, 2010
13. Matsuda, L.Shao, J. Boulanger, C. Kervrann, P.M. Carlton, P. Kner, E. Brandlund, D. Agard, J.W. Sedat. **Condensed mitotic chromosome structure at nanometer resolution using PALM and EGFP-histones**. PloS One, (9):e12768, 2010
14. Boulanger, C. Kervrann, P. Bouthemy, P. Elbau, J.-B. Sibarita, J. Salamero. **Patch-based non-local functional for denoising fluorescence microscopy image sequences**. IEEE Trans on Medical Imaging, 29(2):442-454, 2010
15. Coupé, P. Hellier, C. Kervrann, C. Barillot. **NonLocal Means-based speckle filtering for ultrasound images**. IEEE Trans. on Image Processing, 18(10): 2221-2229, 2009
16. Coupé, P. Yger, S. Prima, P. Hellier, C. Kervrann, Ch. Barillot. **An optimized blockwise Non-Local means denoising filter for 3D Magnetic Resonance Images**. IEEE Trans on Medical Imaging, 27(4):325-441, 2008.
17. Kervrann, J. Boulanger. **Local adaptivity to variable smoothness for exemplar-based image denoising and representation**. Int J Computer Vision, 79(1):45-69, August 2008.
18. Kervrann, J. Boulanger. **Optimal spatial adaptation for patch-based image denoising**. IEEE Trans on Image Processing, 15(10): 2866-2878, 2006

Mots clés: Analyse d'images, débruitage, restauration, detection, estimation, apprentissage.

Compétences

- Compétences techniques et niveau requis : avoir un master 2 ou un diplôme d'école d'ingénieurs
- Compétences en traitement d'image, vision par ordinateur, statistiques, apprentissage machine supervisé et non-supervisé, optimisation.
- Compétences en programmation: calcul scientifique et programmation (C++, Matlab, Python).
- Langues : Anglais requis (lecture, écriture, oral)
- Compétences relationnelles : Savoir travailler en équipe
- Compétences additionnelles appréciées :
 - Savoir faire preuve d'autonomie, d'initiative et d'organisation dans le travail.
 - Goût pour les aspects méthodologiques et expérimentaux.
 - Capacités de rédaction en anglais.

Avantages

- Restauration subventionnée
- Transports publics remboursés partiellement
- Congés: 7 semaines de congés annuels + 10 jours de RTT (base temps plein)
- Équipements professionnels à disposition (visioconférence, prêts de matériels informatiques, etc.)
- Prestations sociales, culturelles et sportives (Association de gestion des œuvres sociales d'Inria)
- Accès à la formation professionnelle
- Sécurité sociale

Rémunération

Rémunération mensuelle brute de :

- 1982 euros les deux premières années et
- 2085 euros la troisième année

Informations générales

- **Thème/Domaine** : Vision, perception et interprétation multimedia
- **Ville** : Rennes
- **Centre Inria** : [Centre Inria de l'Université de Rennes](#)
- **Date de prise de fonction souhaitée** : 2020-10-01
- **Durée de contrat** : 3 ans
- **Date limite pour postuler** : 2020-07-30

Contacts

- **Équipe Inria** : [SERPICO](#)
- **Directeur de thèse** :
Kervrann Charles / charles.kervrann@inria.fr

A propos d'Inria

Inria est l'institut national de recherche dédié aux sciences et technologies du numérique. Il emploie 2600 personnes. Ses 215 équipes-projets agiles, en général communes avec des partenaires académiques, impliquent plus de 3900 scientifiques pour relever les défis du numérique, souvent à l'interface d'autres disciplines. L'institut fait appel à de nombreux talents dans plus d'une quarantaine de métiers différents. 900 personnels d'appui à la recherche et à l'innovation contribuent à faire émerger et grandir des projets scientifiques ou entrepreneuriaux qui impactent le monde. Inria travaille avec de nombreuses entreprises et a accompagné la création de plus de 200 start-up. L'institut s'efforce ainsi de répondre aux enjeux de la transformation numérique de la science, de la société et de l'économie.

Attention: Les candidatures doivent être déposées en ligne sur le site Inria. Le traitement des candidatures adressées par d'autres canaux n'est pas garanti.

Consignes pour postuler

Merci de déposer en ligne CV, lettre de motivation et éventuelles recommandations

Pour plus d'information, contactez charles.kervrann@inria.fr

Sécurité défense :

Ce poste est susceptible d'être affecté dans une zone à régime restrictif (ZRR), telle que définie dans le décret n°2011-1425 relatif à la protection du potentiel scientifique et technique de la nation (PPST). L'autorisation d'accès à une zone est délivrée par le chef d'établissement, après avis ministériel favorable, tel que défini dans l'arrêté du 03 juillet 2012, relatif à la PPST. Un avis ministériel défavorable pour un poste affecté dans une ZRR aurait pour conséquence l'annulation du recrutement.

Politique de recrutement :

Dans le cadre de sa politique diversité, tous les postes Inria sont accessibles aux personnes en situation de handicap.