

Méthodes d'intelligence artificielle pour l'imagerie multiphotonique de virus et bactéries

Projet "ViZion"

Résumé du sujet

Nous proposons d'introduire l'intelligence artificielle, via une approche de réseaux de neurones, dans le traitement des images réalisées en microscopie multiphotonique. Une base d'entraînement sera pour cela constituée. Une série d'acquisitions d'images de bactéries et de virions libres sera mise à disposition, complétée par des images calibrées acquises dans des conditions optimales (puissance moyenne et détection optimisées).

Sujet de thèse (début : fin 2021)

Les études médicales font appel à de nombreuses solutions provenant de la physique pour guider le diagnostic : IRM, PET scan, rayons X, microscopie optique... La microscopie optique est la seule solution apportant des informations à l'échelle subcellulaire sur les cibles vivantes, moyennant, le plus souvent, un traitement préalable de l'échantillon. En microscopie multiphotonique (MMP), le rayonnement infrarouge utilisé, peu énergétique et faiblement absorbé par les cibles, peut entrer dans la profondeur de l'échantillon. Les structures et assemblages (illustration ci-contre) peuvent être visualisées sans marquages préalable et donc potentiellement *in vivo*. Mais plus on entre dans la profondeur de l'échantillon, ou plus la puissance laser est réduite pour limiter l'endommagement, plus le signal est dégradé et l'image endommagée. Les solutions computationnelles sont indispensables pour restaurer la qualité des images acquises en MMP.

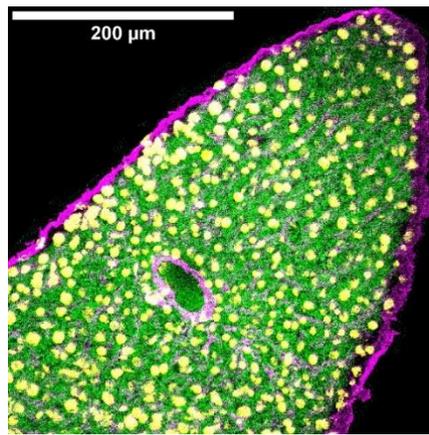


Figure. Illustration de cible biologique imagée en microscopie multiphotonique.

Nous proposons d'introduire l'intelligence artificielle, via une approche de réseaux de neurones, dans le traitement des images acquises en MMP. Une base d'entraînement sera pour cela constituée. Une série d'acquisitions sera mise à disposition constituée d'images 3D de microbilles fluorescentes calibrées acquises dans des conditions optimales (puissance moyenne et détection optimisées). Le package d'images contiendra aussi des acquisitions de ces mêmes cibles réalisées en conditions plus

réalistes en termes de paramètres d'excitation laser d'une part et les conditions de détection d'autre part, afin d'entraîner une approche de restauration par réseaux de neurones. Une évaluation des performances sera également menée sur une base de données d'images tests.

A terme, la méthodologie résultante sera appliquée à l'imagerie de virions. Dans un 1^{er} temps, il s'agira de visualiser les virions libres de cytomégalovirus (CMV), virions de diamètre en limite de résolution de la MMP. Puis des virions de Sars-Cov-2 (Covid-19) seront testés d'abord libres, puis en situation d'infection de cellules dont la présence sera détectée dans des cellules infectées. Des essais sur des images de bactéries seront menés : E. Coli, Staphylococcus Epidermidis...

Le CHU de Limoges, centre national de référence des herpès virus, dispose de toutes les installations nécessaires à la culture de virions et à leur inactivation pour manipulation externe. Le laboratoire XLIM développe depuis plusieurs années de nouvelles méthodes de microscopie multiphotoniques basées sur l'utilisation de nouveaux systèmes lasers. Le Centre de la Vision Numérique, laboratoire de CentraleSupélec, est à la pointe des nouvelles stratégies computationnelles dédiées au traitement des images destinées aux études médicales (IRM et microscopie)

L'étudiant recruté sera localisé entre le campus de CentraleSupélec (Gif-sur-Yvette) et sur les différents sites concernés de l'université de Limoges. Le profil recherché est celui d'un **étudiant ou d'une étudiante en école d'ingénieur** familier des méthodes **informatiques d'intelligence artificielle** et notamment de **l'apprentissage profond**. Une connaissance du langage Python, et d'une expérience sur l'implémentation de réseaux de neurones, sur un environnement PyTorch ou TensorFlow, est indispensable. Claire Lefort (CNRS, Limoges) coordonnera l'ensemble des actions menées et sera en charge de la partie des données réelles de microscopie. La personne recrutée sera également co-encadrée par Jean-Christophe Pesquet et Emilie Chouzenoux (INRIA, Gif-sur-Yvette) pour la partie computationnelle. Sophie Alain assurera la livraison des stocks de virus inactivés, service de Bactériologie-Virologie-Hygiène du CHU de Limoges qui dispose d'un laboratoire de culture cellulaire, et d'un laboratoire NSB3 (P3) ainsi que du personnel habilité.

Pour en savoir plus :

[1] J.-C. Pesquet, A. Repetti, M. Terris, Y. Wiaux, "Learning Maximally Mono-tone Operators for Image Recovery", hal-03087515 (2020)

[2] E. Chouzenoux, T.T.K. Lau, C. Lefort, J.-C. Pesquet, "Optimal multivariate gaussian fitting with applications to PSF modeling in two-photon microscopy imaging", *Journal of Mathematical Imaging and Vision* 61 (7), 1037-1050 (2019)

[3] S. Hantz, S. Alain, « Cytomegalovirus infections », *La Revue du praticien*, 69 (3), 301-306 (2019)

Contacts

Université de Paris Saclay
Centre de la Vision Numérique
Dr Emilie Chouzenoux,
Pr Jean-Christophe Pesquet
emilie.chouzenoux@centralesupelec.fr
jean-christophe.pesquet@centralesupelec.fr

Université de Limoges
Institut de recherche XLIM (UMR CNRS)
Dr Claire Lefort
claire.lefort@cnrs.fr

CHU de Limoges, RESINFIT (UMR INSERM)
Pr Sophie Alain (PUPH)
sophie.alain@unilim.fr