

# DEEP LEARNING (IA) pour la microscopie 3d holographique d'objets biologiques.

Porteurs : Lionel Hervé(Encadrant), William Pierré, Cédric Allier

## Description :

Dans le but de construire un microscope rapide, simple d'utilisation et adapté aux échantillons biologiques vivants, sans aucune modification de leur environnement ni de leur intégrité, nous développons au CEA-Leti (laboratoire DTBS / LSIV), depuis 2009 une nouvelle branche de la microscopie holographique numérique qui se dénomme microscopie sans lentille. Le principe est simple, on mesure la lumière diffractée par l'échantillon à l'aide d'un capteur CMOS haute résolution, puis connaissant la physique de la diffraction on remonte à l'objet.

Dans le cadre du projet MICRO3DN le but est d'imager un objet 3D. Pour cela il faut multiplier les acquisitions avec de nombreux angles de vues différents puis calculer de façon itérative (reconstruire) l'objet qui a produit les diffractions mesurées. Cette résolution de problème inverse passe par de lourds calculs. Ces calculs sont basés sur la physique et sont extrêmement coûteux (de l'ordre d'une à 2 heures par reconstruction) et le volume reconstruit présente des artefacts dus au modèle physique utilisé ainsi qu'à la limitation angulaire du microscope. Des travaux récents ont montré qu'il était possible de grandement accélérer les reconstructions à l'aide de réseaux de neurones profonds entraînés sur des données synthétiques.

Les objectifs du stage sont de :

- Réaliser une bibliographie sur l'état de l'art de l'utilisation du Deep Learning pour accélérer ou améliorer la résolution de problèmes inverses.
- Proposer de nouvelles solutions pouvant être adaptées au format 3D des données et au temps de calculs élevés.
- Implémenter les solutions sélectionnées permettant de faire du '*image to image translation*'.
- Entraîner et tester ces architectures pour mesurer le ratio gain de temps sur perte de qualité.
- Comparer l'approche 3D où l'information complète du volume est disponible en entrée du réseau mais le nombre de données d'entraînement est faible à une approche 2D où le nombre de données d'entraînement est bien supérieur mais l'information 3D n'est plus disponible.
- Contribuer à la recherche par la possible rédaction d'un article scientifique.

[1] Shwetadwip Chowdhury, Michael Chen, Regina Eckert, David Ren, Fan Wu, Nicole Repina, and Laura Waller, "High-resolution 3D refractive index microscopy of multiple-scattering samples from intensity images," *Optica* 6, 1211-1219 (2019)

[2] Fangshu Yang, Thanh-an Pham, Harshit Gupta, Michael Unser, and Jianwei Ma, "Deep-learning projector for optical diffraction tomography," *Opt. Express* 28, 3905-3921 (2020)

[3] Kevin C. Zhou and Roarke Horstmeyer, "Diffraction tomography with a deep image prior," *Opt. Express* 28, 12872-12896 (2020)

[4] Ulugbek S. Kamilov, Ioannis N. Papadopoulos, Morteza H. Shoreh, Alexandre Goy, Cedric Vonesch, Michael Unser, and Demetri Psaltis, "Learning approach to optical tomography," *Optica* 2, 517-522 (2015)

## Profil :

- Elève en dernière année de master ou d'école d'ingénieur (Ou année de césure) avec une appétence forte pour l'intelligence artificielle et le deep Learning.
- Compétences : vision par ordinateur, apprentissage automatique, notamment Deep Learning

- Programmation : Python, Matlab, frameworks de Deep Learning (Tensorflow, PyTorch)

Informations supplémentaires :

Lieu : Grenoble

Durée : Stage d'une durée de 5 à 6 mois

Date de début : Début à partir de février/mars 2020

Contact : [william.pierre@cea.fr](mailto:william.pierre@cea.fr) ou [Lionel.herve@cea.fr](mailto:Lionel.herve@cea.fr)