

# Stage au CEA Saclay 2023

## Représentations implicites par réseaux de neurones (RINs) via des caractéristiques de type Fourier



**Mots-clés :** réseaux de neurones, analyse de Fourier, imagerie médicale, problèmes inverses

Les Représentations Implicites par Réseaux de Neurones (RINs ou INRs en anglais) ont récemment atteint l'état de l'art dans un certain nombre de tâches de vision par ordinateur (par exemple, supervision 2D-3D, reconstructions de scènes 3D (champs de radiance neuronaux), un certain nombre d'applications tomographiques) ; par exemple, [Be+22], [Zh+22], [Ta+20], [Va+22]. Le cœur de la méthode consiste à encoder (via les poids) une fonction dans un réseau qui prend ensuite des points du domaine en entrée et renvoie la valeur du signal en sortie ; voir par exemple [Va+22]. Lorsque l'espace des fonctions sous la forme d'un réseau représente certaines caractéristiques de Fourier (par exemple, des fonctions périodiques avec différentes fréquences), le réseau est capable d'apprendre les hautes fréquences du signal ; voir par exemple [Be+22]. Pourtant, dans de nombreuses applications, les signaux ne sont pas périodiques et localisés dans l'espace, alors la représentation de Fourier n'est plus optimale pour de telles tâches et d'autres jeux de bases pourraient être envisagés. Pour ce stage nous proposons d'adapter aux INRs d'autres bases de type Fourier mais avec une meilleure localisation spatiale.

**Plan de travail :** Le contrat de stage peut durer jusqu'à 6 mois. Dans un premier temps, nous commencerons par implémenter des exemples existants des RINs et ensuite nous essayerons de procéder des nouvelles représentations. Les résultats pourront être testés sur des problèmes d'imagerie médicale (CT, TEP ou IRM) d'abord sur des données synthétiques et si le temps le permet sur des données réelles. En tant qu'encadrant, je travaillerai aussi activement sur cette tâche, il sera donc possible de se concentrer soit sur le côté implémentation soit sur le côté recherche (plus de théorie).

**Profil du candidat :** Niveau M2 avec une formation en statistiques, probabilités, éléments d'analyse de données ainsi que de bonnes compétences en programmation Python. Une connaissance des éléments de l'apprentissage profond (PyTorch ou Tensorflow) est cruciale. Connaissance préalable des éléments de l'analyse de Fourier est un avantage entre autres points égaux.

**Working language:** anglais, français, russe (au moins une)

**Contact:** Fedor Goncharov / LM2S [fedor\[point\]goncharov\[at\]cea\[point\]fr](mailto:fedor[point]goncharov[at]cea[point]fr)

## References

- [Be+22] Benbarka, N., Höfer T., Zell A., “Seeing implicit neural representations as fourier series.” Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision. 2022
- [Zh+22] Zhang K., “Implicit Neural Representation Learning for Hyperspectral Image Super-Resolution.” 2022 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME). IEEE, 2022
- [Ta+20] Tancik M., et al. “Fourier features let networks learn high frequency functions in low dimensional domains.” Advances in Neural Information Processing Systems 33: 7537-7547, 2020
- [Va+22] Vasconcelos F., et al., “UncertaINR: Uncertainty Quantification of End-to-End Implicit Neural Representations for Computed Tomography.” arXiv preprint arXiv:2202.10847, 2022