

Stage de Master

Suppression d'artefacts échographiques par réseaux de neurones

I Contexte scientifique

L'imagerie échographique est obtenue à base d'émission et de réception d'ondes ultrasonores, par le biais d'une sonde échographique, composée d'éléments piézoélectriques. Les contraintes physiques liées à la réalisation d'une telle sonde impose des artefacts sur les signaux obtenus, liés à la taille des éléments, leur espacement, leur fréquence d'émission.

Dans ce projet, le but est de dépasser les contraintes physiques des sondes grâce à la simulation de signaux ultrasonores, afin d'obtenir des images simulées de meilleure qualité que celles qui peuvent être obtenues dans la réalité, et que nous appellerons « idéalisées ». Ces images idéalisées serviront alors de données d'entraînement d'un réseau de neurones, prenant en entrée des signaux simulés de manière réaliste, afin de reconstruire ces images idéalisées.

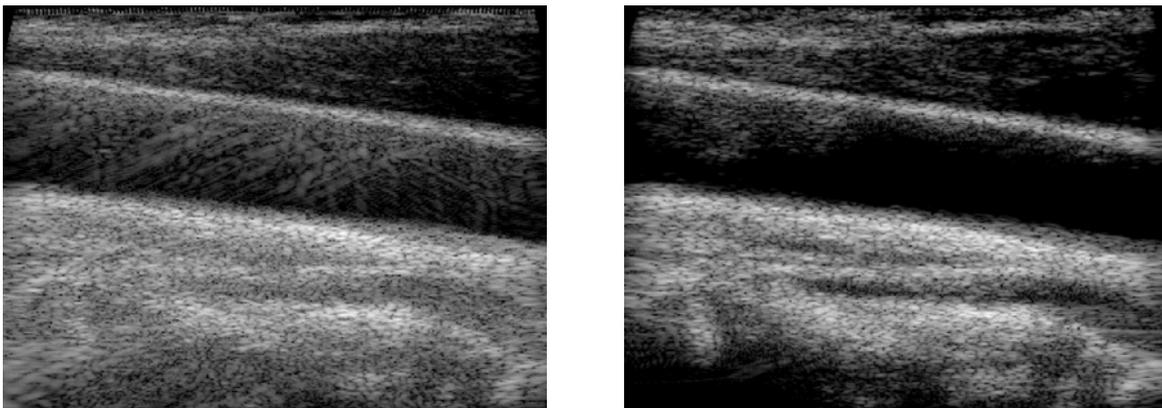


FIGURE 1 – Exemple d'image simulée avec sonde réelle (à gauche) ou sonde idéalisée (à droite)

L'apprentissage profond par réseaux de neurones (*deep learning*) nécessite de nombreuses données de référence de bonne qualité. Or, en imagerie médicale, il est rare d'avoir accès à des références. Il est alors intéressant d'utiliser en remplacement des images simulées réalistes, parfaitement maîtrisées. Des travaux précédents dans le laboratoire ont déjà pu montrer l'efficacité de cette démarche, que ce soit dans l'estimation du mouvement du cœur [1] ou dans l'estimation de la vitesse du sang [2].

II Objectifs du stage

Le but de ce stage est d'entraîner un réseau de neurones à reconstruire des images ultrasonores idéalisées à partir d'acquisitions simulées réalistes. Nous utiliserons un simulateur réaliste existant, SIMUS[3, 4], faisant partie de la Matlab Ultrasound toolbox MUST[5], en l'adaptant pour obtenir ces simulations d'images idéalisées.

Le travail nécessite plusieurs étapes :

- Prendre en main le simulateur SIMUS

- Comprendre la physique de l’acquisition des signaux échographiques
- Simuler des paires d’images réalistes/idéalisées
- Entraîner et évaluer des réseaux de neurones entraînés avec ces données

III Compétences requises

- Bonnes capacités de programmation Python (Pytorch, NumPy, SciPy)
- Connaissances en apprentissage profond
- Intérêt pour l’imagerie médicale en générale, échographique en particulier
- Une connaissance de Matlab est un plus

IV Informations

- Durée du stage : 4 à 6 mois
- Localisation : Laboratoire Creatis, 21 Avenue Jean Capelle, Villeurbanne
- Encadrants : Damien Garcia (damien.garcia@creatis.insa-lyon.fr) et Fabien Millioz (fabien.millioz@creatis.insa-lyon.fr)
- Envoyer CV, lettre de motivation et dernier relevé de notes

Références

- [1] Jingfeng Lu, Fabien Millioz, François Varray, Jonathan Porée, Jean Provost, Olivier Bernard, Damien Garcia, et Denis Friboulet, “Ultrafast cardiac imaging using deep learning for speckle-tracking echocardiography,” *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 2023.
- [2] Julia Puig, Fabien Millioz, Damien Garcia, et Denis Friboulet, “Estimation du déphasage et réduction du repliement par apprentissage profond pour l’imagerie ultrasonore,” in *Gretsi*, GRETSI Groupe de Recherche en Traitement du Signal et des Images, Ed., Grenoble, France, Aug. 2023, number 2023-1332, pp. p. 1001–1004.
- [3] Damien Garcia, “SIMUS : An open-source simulator for medical ultrasound imaging. Part I : Theory & examples,” *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 218, pp. 106726, 2022.
- [4] Amanda Cigier, François Varray, et Damien Garcia, “SIMUS : An open-source simulator for medical ultrasound imaging. Part II : Comparison with four simulators,” *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 220, pp. 106774, 2022.
- [5] Damien Garcia, “Matlab ultrasound toolbox,” <https://www.biomecardio.com/MUST/>.