

Offre de stage M2 (5/6 mois)

Amélioration de résolution d'images IRM par compressive sensing et super-résolution

2021-2022

1 Contexte et objectifs

L'IRM est une modalité d'imagerie permettant d'avoir accès à diverses informations anatomiques, du fait de la grande variété de contrastes qu'elle permet de produire. Certains détails ne sont cependant accessibles qu'en faisant l'acquisition de volumes haute résolution, souvent contraignants à obtenir en pratique : la durée de l'acquisition est allongée, et l'image obtenue est très dégradée.

Ces contraintes encouragent donc à se tourner vers l'acquisition de volumes basse résolution, et à développer des méthodes d'amélioration de résolution en post-traitement. C'est le cas par exemple des méthodes dites de super-résolution, qui permettent de reconstruire un volume haute résolution en combinant plusieurs acquisitions orthogonales basse résolution (voir Figure 1). Cela permet d'obtenir un compromis avantageux entre temps d'acquisition, rapport signal à bruit et résolution spatiale. Ce compromis peut encore être amélioré en intégrant les propriétés physiques de l'IRM dans le modèle via un processus d'acquisition compressée (*compressive sensing*). On souhaite généraliser les approches variationnelles utilisées en super-résolution à un processus d'acquisition compressée [Ye19], pour lequel le pattern d'acquisition est un sous-échantillonnage aléatoire dans l'espace de Fourier :

$$\operatorname{argmin}_{x \in \mathbb{R}^N} \frac{1}{2} \|A\Phi x - y\|_2^2 + R(x).$$

2 Descriptif du stage

En s'appuyant sur les travaux [FPC19] et d'un code existant, l'objectif de ce stage est de généraliser les approches variationnelles existantes au compressive sensing pour des données IRM. En particulier :

- intégrer les opérateurs d'acquisition compressée dans les formulations variationnelles,
- intégrer et étudier l'impact de l'opérateur de sous-échantillonnage utilisé en super-résolution, en général très mal conditionné, sur l'optimisation,

- validations expérimentales à partir de données synthétiques via un générateur de volumes IRM.

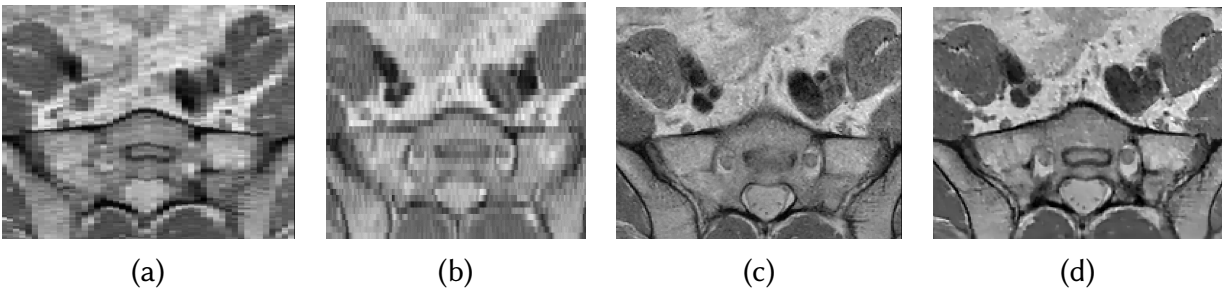


FIGURE 1 – Vues axiales de la base de la colonne vertébrale : (a) Acquisition sagittale, (b) Acquisition coronale, (c) Acquisition axiale, (d) Reconstruction par super-résolution avec une régularisation par Variation Totale TV.

Références

- [FPC19] M. Foare, N. Pustelnik, and L. Condat. Semi-linearized proximal alternating minimization for a discrete Mumford–Shah model. *IEEE Trans. Image Process.*, 2019.
- [Ye19] J. C. Ye. Compressed sensing MRI : a review from signal processing perspective. *BMC Biomedical Engineering*, 1(1) :1–17, 2019.

Profil recherché

Stagiaire de 5 ou 6 mois, de niveau M2 ou dernière année d'école d'ingénieur. Des compétences en programmation Python, en traitement d'image et en optimisation sont nécessaires. Une connaissance de l'IRM serait un plus.

Lieu du stage

Laboratoire LIP/IXXI, ENS Lyon site Monod, F-69007 Lyon.
Des déplacements sur le campus de La Doua sont à prévoir.

Contacts

Un CV et une lettre de motivation doivent être envoyés à Marion Foare (marion.foare@cpe.fr) et à Éric Van Reeth (eric.van-reeth@cpe.fr).