

Conception d'impulsions radiofréquences sous contraintes afin d'homogénéiser l'excitation de la magnétisation nucléaire en imagerie par résonance magnétique nucléaire à ultra haut champ

Contact : nicolas.boulant@cea.fr

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est une modalité non invasive massivement utilisée en médecine aujourd'hui, notamment en neurosciences. Un scanner IRM peut être utilisé comme un microscope dont le grossissement dépend du champ magnétique. Les scanners usuellement employés à des fins cliniques fonctionnent majoritairement à 1.5 ou 3 Tesla. A ultra-haut champ (UHF) (≥ 7 Tesla), ils fournissent cependant une précision nettement accrue de la localisation spatiale des lésions cérébrales et rendent atteignable la détection de plaques amyloïdes dans la maladie d'Alzheimer. La pleine exploitation des scanners UHF chez l'homme nécessite néanmoins le développement de méthodes (algorithmes) novatrices pour contrôler de façon optimale l'homogénéité et la sécurité des ondes radiofréquence (RF) utilisées pour obtenir une image. La transmission parallèle (pTX) de ces ondes a été proposée pour s'attaquer à ces problèmes en augmentant le nombre de degrés de liberté lors de la transmission. Par le biais d'interférences RF et de programmes d'optimisation, il est alors possible d'obtenir une excitation homogène et efficace sur le plan énergétique. Bien que de nombreux travaux théoriques et expérimentaux aient été réalisés afin de tirer parti de sa puissance, cette technologie demeure sous-exploitée en raison de l'absence d'algorithmes optimaux de calcul des impulsions RF et de la complexité des problèmes rencontrés. Dans bon nombre d'applications, le problème se pose mathématiquement comme un problème inverse non-convexe sous de nombreuses contraintes quadratiques. Le sujet de stage proposé ici consiste en l'investigation de méthodes efficaces pour pallier à ce problème d'inhomogénéité RF dans le contexte d'une application à l'IRM fonctionnelle. Après avoir déterminé via des simulations numériques l'approche optimale, cette dernière sera testée expérimentalement à 7 Tesla. Le temps d'exécution de la méthode sélectionnée sera un facteur important si bien qu'une implémentation sur GPUs pourra être envisagée.

Informations complémentaires :

Le stage se déroulera dans le laboratoire de résonance magnétique nucléaire de NeuroSpin au CEA de Saclay (www-dsv.cea.fr/neurospin/), et sera supervisé par Dr. Nicolas Boulant, chercheur à NeuroSpin. Ce laboratoire aujourd'hui est équipé de scanners 3 et 7 Teslas pour l'homme, et de 7 et 17 Teslas pour l'animal. Fin 2013, un 11.7 Teslas pour l'homme devrait être également installé, repoussant ainsi les limites de l'IRM. Le débouchement de ce stage sur une thèse est possible.