



Développement d'une interface de contrôle qualité en IRM néonatale neuronale

Mots-clés : *super résolution, segmentation automatique, IRM, contrôle qualité, interface.*

Contexte :

L'anatomie computationnelle vise à proposer des modèles et des méthodes permettant d'analyser de façon quantitative les structures anatomiques et les anomalies liées à des pathologies à partir d'images médicales (par exemple en imagerie par résonance magnétique – IRM). Ce domaine connaît actuellement un essor important et a un fort impact sur la recherche en neurologie en permettant des études systématiques des changements associés à différentes pathologies sur de grandes populations de sujets.

La plateforme CATI (Centre pour l'Acquisition et le Traitement des Images), dédiée à l'harmonisation et à l'analyse des données de neuroimagerie dans le cadre de projets multicentriques de recherche clinique, a été créée début 2011 dans le cadre du plan Alzheimer (<http://www.cati-neuroimaging.com>). Le démarrage de cette plateforme s'est appuyé sur une grande variété d'expertises provenant de plusieurs équipes de recherche, à Neurospin (CEA - INRIA), à l'ICM (CNRS - SU - ICM - INRIA) et au LIB (SU - INSERM - CNRS). Elle s'appuie aujourd'hui sur un réseau national d'une soixantaine de services d'imagerie (IRM, TEP et TEMP) auquel s'ajoutent une dizaine de centres européens. Une trentaine de projets de recherche français font aujourd'hui appel à ses services, qui s'étendent du design et l'implémentation de protocoles d'acquisition jusqu'à la mise à disposition des données acquises et des résultats d'analyses sur un serveur web sécurisé. Les acquisitions réalisées dans le cadre des projets de recherche sont collectées grâce à une solution sécurisée pour être analysées de manière centralisée à l'ICM, Neurospin et au LIB. Ces analyses sont effectuées avec un niveau de qualité élevé grâce à une organisation systématisée de leur production à partir de logiciels de référence, dont certains ont initialement été conçus au sein des équipes de recherche à l'origine du CATI.

Le CATI s'est vu confier la collecte et le contrôle qualité des données IRM d'une étude européenne portant sur des patients nouveaux nés à risque de paralysie cérébrale (projet ENSEMBLE : <https://fondationparalysiecerebrale.org/projet-ensemble>). Ces données acquises dans le cadre du soin courant de ces patients représentent plusieurs défis (*Dubois et al, 2021*). En effet, le contraste des images IRM anatomiques est inversé pour ces jeunes patients, à cause de l'immaturité des tissus cérébraux (myélinisation incomplète de la substance blanche). Les séquences pondérées en T2 offrent un meilleur contraste que les images pondérées en T1 (classiquement utilisées pour le cerveau adulte), mais elles présentent une complexité supplémentaire pour les acquérir en un temps court avec une bonne résolution spatiale, contrairement aux images pondérées en T1 pour lesquelles on dispose d'acquisitions 3D très efficaces. Comme il est essentiel de disposer d'acquisitions courtes pour ces patients dont le mouvement est difficile à contrôler, les protocoles cliniques reposent sur des acquisitions en 2D avec une bonne résolution dans le plan mais des coupes épaisses, qui sont acquises selon deux ou trois plans de l'espace. Dans le projet ENSEMBLE, il est proposé de tirer bénéfice de ces multiples plans pour reconstruire un volume 3D avec une bonne résolution isotrope, grâce à des méthodes dites de super résolution. Une fois les volumes 3D obtenus, on peut les analyser avec des méthodes de segmentation, pour extraire les tissus ou les structures, et également analyser la qualité des données avant et après les prétraitements.

Objectif du stage :

Ce stage de 6 mois a pour objectif final de développer le contrôle qualité pour les données IRM pour les

nouveaux nés, en particulier pour les séquences anatomiques, dans la plateforme de contrôle qualité des IRM du CATI. Ce contrôle qualité comprendra plusieurs aspects décrits ci-dessous.

1. L'intégration d'outils de prétraitement évalués en parallèle ; ces prétraitements seront essentiels pour pouvoir caractériser la qualité des données.
2. Des indices de contrôle qualité obtenus automatiquement sur les données ; il s'agira de sonder la littérature et également d'adapter des indices utilisés en IRM adulte pour les nouveaux-nés.
3. Une interface de visualisation des données brutes et prétraitées, incluant des histogrammes et des masques de segmentation, et permettant la notation et la génération d'un rapport précis.
4. L'intégration des données brutes et prétraitées dans le flux de données CATI ; cela permettra de les mettre à disposition pour les analyses par le CATI et pour la base de données multimodale.

Profil recherché et connaissances :

Le candidat devra être un étudiant en dernière année d'École d'Ingénieur ou de Master 2 avec une spécialisation en traitement d'images, informatique ou mathématiques appliquées.

Les connaissances nécessaires pour ce stage :

- Bon niveau de connaissance et expérience précédente en programmation en Python.
- Une connaissance des bibliothèques scientifiques de Python serait utile pour ce stage.
- Notions sur le traitement des images et l'apprentissage automatique.
- Une connaissance sur l'IRM serait un atout pour ce stage.
- Connaissances de bases de l'environnement Linux.
- Connaissances de base des outils de versionnage (Git)
- Maîtrise de l'anglais technique écrit et oral.

Environnement de recherche :

Le stage sera réalisé au sein du CATI, sur le site de l'ICM dans l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière, à Paris. L'encadrement sera assuré par Marie Chupin et Rémy Bregand.

Contacts :

- Marie Chupin : marie.chupin@icm-institute.org
- Rémy Bregand : remy.bregand@icm-institute.org

Références

J. Dubois et al, MRI of the Neonatal Brain: A Review of Methodological Challenges and Neuroscientific Advances, J. MAGN. RESON. IMAGING 2021.