

Recalage d'Images Cérébrales par Deep Learning

Stage de master II - 2025/2026

CREATIS

Keywords Recalage d'images, Deep Learning, géométrie 3D, optimisation globale, IRM cérébrale, surface en 3D

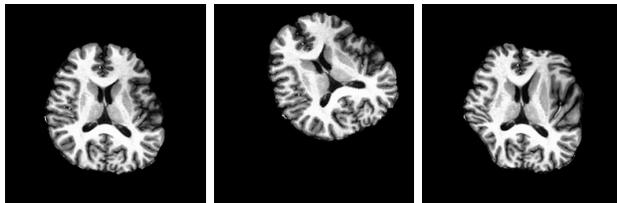


Figure 1: Le recalage consiste à trouver une transformation géométrique qui permet de réaligner sur l'image de gauche, l'image du milieu (recalage linéaire) ou de droite (recalage non linéaire).

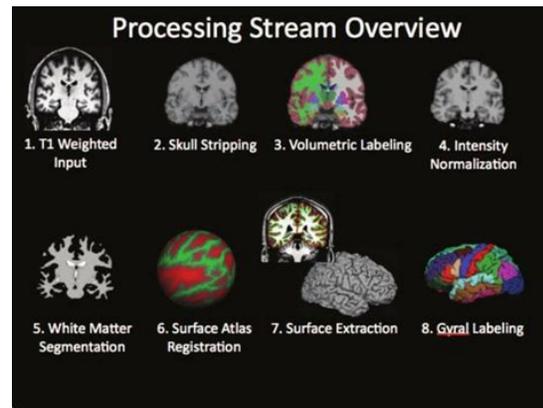


Figure 2: Pipeline de freesurfer

Contexte scientifique Le recalage d'image est une technique permettant d'aligner des images entre elles. Par exemple sur la figure 1, elle permet de re-orienter ou de déformer les images de droite pour les replacer dans le système de coordonnées de l'image de gauche. Ce processus est utilisé pour suivre l'évolution d'une maladie, évaluer l'efficacité d'un traitement, et est souvent réalisé comme une des premières étapes des pipelines de traitement d'images sur le cerveau.

Si replacer globalement un cerveau sur un autre est maintenant une tâche que l'on peut réaliser de manière robuste, la géométrie compliquée des sillons corticaux implique qu'un recalage fin de toutes les structures du cerveau entre deux sujets différents reste une tâche délicate. Les outils de recalage basés sur des approches d'optimisation ou d'apprentissage restent encore peu robustes, notamment à cause des nombreux minima locaux du problème causés par la répétition de motifs similaires dans l'image.

Objectifs L'objectif du stage est de proposer une méthode robuste pour le recalage inter-sujet (déformable) d'IRM cérébrales. Différents axes de travail sont envisagés.

On pourra par exemple commencer par générer des transformations réalistes à partir d'images pour lesquelles la segmentation des zones cérébrales est connue (géométrie 3D, optimisation).

On pourra aussi utiliser la suite d'outils logiciels [FreeSurfer] pour extraire des caractéristiques cérébrales bien localisées afin de faciliter la recherche de la transformation géométrique.

On pourra également se baser sur une méthode de recalage par apprentissage profond [Hachicha-2023] développée en interne permettant de faire du recalage linéaire sans la vérité terrain et sans utiliser de métrique de comparaison des images afin d'éviter les minima locaux. Il faudra notamment étendre la méthode pour pouvoir utiliser des transformations non linéaires et 3D.

Données Plusieurs jeux de données d'imagerie cérébrales publiques impliquant différentes pathologies, protocoles d'acquisition et modalités sont déjà utilisés dans l'équipe et sont disponibles pour le stage.

Profil recherché Le stage nécessite de bonne connaissance en mathématiques et en apprentissage. La personne recrutée devra avoir une formation dans un des domaines suivants et de bonnes connaissances dans les deux autres:

- Méthodes d'apprentissage pour les images
- Traitement d'images
- Mathématiques appliquées

Elle devra aussi avoir de **solides compétences en développement logiciel** et être en mesure d'implémenter les méthodes proposées (python, pytorch, ...).

Merci d'envoyer vos candidatures avec CV, lettre de motivation, relevés de notes, lettres de recommandation à [michael.sdika\[at\]creatis.insa-lyon.fr](mailto:michael.sdika@creatis.insa-lyon.fr).

Références

1. Slim Hachicha, Célia Le, Valentine Wagnier-Dauchelle, Michaël Sdika. Robust Unsupervised Image to Template Registration Without Image Similarity Loss. Medical Image Learning with Limited and Noisy Data, Second International Workshop, MILLanD 2023, Held in Conjunction with MICCAI 2023, Vancouver, Proceedings, Oct 2023, Vancouver, Canada. <https://hal.science/hal-04183379v1>
2. Boveiri *et al*, Medical Image Registration Using Deep Neural Networks: A Comprehensive Review, <https://arxiv.org/pdf/2002.03401.pdf>
3. Finzi *et al* A Practical Method for Constructing Equivariant Multilayer Perceptrons for Arbitrary Matrix Groups, <https://arxiv.org/pdf/2104.09459.pdf>
4. Freesurfer <https://surfer.nmr.mgh.harvard.edu>