

Modèles génératifs profonds pour la détection d'anomalies cérébrales

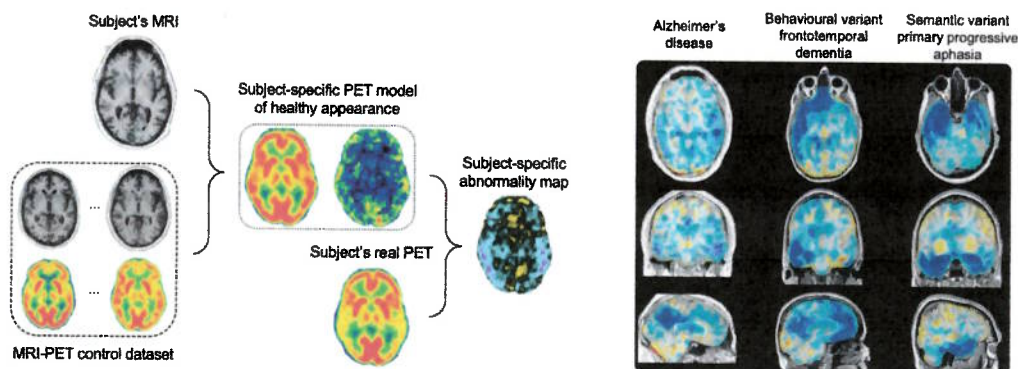
Description du sujet de thèse

La neuroimagerie offre une description inégalée de la structure et de la physiologie du cerveau, ce qui explique son rôle crucial dans la compréhension, le diagnostic et le traitement des troubles neurologiques. Cependant, identifier des changements pathologiques subtils simplement en analysant visuellement les images cérébrales peut s'avérer être une tâche difficile pour un neuroradiologue et dépende beaucoup de son expérience.

L'idée est donc de développer un outil qui met en avant ces changements de façon automatiser afin de faciliter ce travail et améliorer le diagnostic. Pour cela les images sont souvent transportées dans un espace standard où elles peuvent être comparées visuellement ou quantitativement aux images de sujets sains. La principale limite de cette approche est son manque de sensibilité dû aux variations anatomiques entre les sujets dans les zones non pathologiques.

Une solution a été proposée pour atténuer cette limitation [1,2]. L'approche consiste à générer une image d'apparence saine spécifique au patient étudié. Le modèle pseudo-sain peut ensuite être comparé à la véritable image du patient ce qui permet de détecter les zones de l'image qui présentent des anomalies. Ces cartes d'anomalies pourraient aider les cliniciens dans leur diagnostic en mettant en évidence les zones pathologiques, et améliorer l'interprétabilité des analyses ultérieures, comme le diagnostic assisté par ordinateur ou la modélisation spatio-temporelle.

L'approche de synthèse d'images actuellement utilisée pour générer les modèles pseudo-sains est basée sur une méthode de recalage et de fusion d'images comme le montre le schéma ci-dessous [1,2].



Anomaly detection framework for the individual analysis of PET images in the context of dementia

Subject-specific abnormality maps that summarise the pathology's topographical distribution in the brain are created by comparing the subject's positron emission tomography (PET) image to a model of healthy PET appearance that is specific to the subject under investigation. This model is generated from demographically and morphologically-matched PET scans from a control dataset. The approach is able to identify the areas characteristic of different dementia subtypes.

Cependant, les modèles génératifs profonds ont récemment démontré leur capacité à détecter des anomalies dans les images médicales [3,4]. Ces méthodes devraient permettre de détecter des anomalies plus subtiles, et d'une manière plus efficace, par rapport à l'approche actuelle. L'objectif de la thèse est de mettre en œuvre des approches d'apprentissage profond pour synthétiser des images pseudo saines. Différentes stratégies sont à explorer, basées sur l'utilisation d'auto-encodeurs et de réseaux antagonistes génératifs (aussi appelé GAN).

Les approches développées seront appliquées aux données de neuroimagerie pour l'aide au diagnostic des maladies neurodégénératives, telles que la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson. Des cartes d'anomalies seront générées pour de multiples modalités d'imagerie, telles que l'imagerie par résonance magnétique (IRM) ou la tomographie par émission de positons (TEP), et appliquées à de grands ensembles de données, obtenus à la fois à partir d'études internationales publiques et d'études gérées localement.

Pour amorcer le transfert vers la recherche clinique, les développements méthodologiques seront intégrés dans Clinica (www.clinica.run), qui est une plateforme logicielle *open source* développée au laboratoire ARAMIS. Clinica est conçue pour faciliter les études cliniques en neurosciences en intégrant de nombreux outils de traitement d'images et en automatisant de nombreux procédés communément utilisés en imagerie médicale [5].

[1] Burgos, N., Cardoso, M.J., ..., Hutton, B.F., and Ourselin, S.: 'Subject-Specific Models for the Analysis of Pathological FDG PET Data'. In Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015, LNCS, 9350: 651–658, Springer, 2015. hal-01827208

[2] Burgos, N., Samper-González, J., ..., Cardoso, M.J., and Colliot, O.: 'Individual Analysis of Molecular Brain Imaging Data through Automatic Identification of Abnormality Patterns'. In Molecular Imaging, Reconstruction and Analysis of Moving Body Organs, and Stroke Imaging and Treatment, LNCS, 10555: 13–22, Springer, 2017. hal-01567343

[3] Schlegl, T., Seeböck, P., Waldstein, S.M., Langs, G., Schmidt-Erfurth, U.: f-AnoGAN: Fast unsupervised anomaly detection with generative adversarial networks. *Med. Image Anal.* 54, 30–44 (2019).

[4] Uzunova, H., Schultz, S., Handels, H., Ehrhardt, J.: Unsupervised pathology detection in medical images using conditional variational autoencoders. *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* 14, 451–461 (2019).

[5] Routier, A., Burgos, N., ..., Durrleman, S., Colliot, O.: Clinica: an open source software platform for reproducible clinical neuroscience studies. hal-02308126