

Application BASTRI

Fiches Equipes

EMPENN (SR0864QR)

Neuroimagerie: méthodes et applications
EMPENN

Statut: Décision signée

Responsable : Pierre Maurel

Mots-clés de "A - Thèmes de recherche en Sciences du numérique - 2023" : A3.1.2. Gestion, interrogation et stockage , A3.1.3. Données distribuées , A3.1.7. Données ouvertes , A3.1.8. Données massives (production, stockage, acheminement) , A3.2.4. Web sémantique , A3.3.3. Analyse de données massives , A3.4.1. Apprentissage supervisé , A3.4.2. Apprentissage non supervisé , A3.4.3. Apprentissage par renforcement , A3.4.4. Optimisation pour l'apprentissage , A3.4.6. Réseaux de neurones , A3.4.8. Apprentissage profond , A5.1.4. Interfaces cerveau-ordinateur, signaux physiologiques , A5.2. Visualisation de données , A5.3.2. Modélisation parcimonieuse et représentation d'images , A5.3.3. Reconnaissance de formes , A5.3.4. Recalage , A5.4.1. Reconnaissance d'objets , A5.4.6. Localisation d'objets , A5.9.2. Estimation, modélisation , A5.9.4. Traitement du signal sur des graphes , A6.2.3. Méthodes probabilistes , A6.2.4. Méthodes statistiques , A6.3.3. Traitement de données , A6.3.4. Réduction de modèles , A9.2. Apprentissage , A9.3. Analyse de signaux (vision, parole, etc.)

Mots-clés de "B - Autres sciences et domaines d'application - 2023" : B1.2. Neurosciences et sciences cognitives , B1.2.1. Compréhension et simulation du cerveau et du système nerveux , B1.2.2. Sciences cognitives , B2.1. Bien être , B2.2.2. Système nerveux et endocrinologie , B2.2.6. Maladies neuro-dégénératives , B2.5.1. Handicaps sensori-moteurs , B2.5.2. Handicaps cognitifs , B2.6.1. Imagerie cérébrale

Domaine : Santé, biologie et planète numériques

Thème : Neurosciences et médecine numériques

Période : 01/01/2019 -> 31/12/2027

Dates d'évaluation : 15/05/2022

Etablissement(s) de rattachement : CNRS, INSERM, U. RENNES

Laboratoire(s) partenaire(s) : IRISA (UMR6074)

CRI : Centre Inria de l'Université de Rennes

Localisation : Centre Inria de l'Université de Rennes

Code structure Inria : 031132-0

Numéro RNSR : 2005183395

N° de structure Inria: SR0864QR

Présentation

L'équipe de recherche ERL U1228 **Empenn** (qui signifie "cerveau " en breton) est affiliée à **Inria**, à **l'Inserm** (Institut national de la santé et de la recherche scientifique), au **CNRS** (institut INS2I) et à **l'université de Rennes I**. C'est une équipe de **l'IRISA**, UMR CNRS 6074. Empenn est située à **Rennes**, à la fois sur les campus **médicaux** et **scientifiques**. L'équipe fait suite à "VisAGeS" qui avait été créée en 2006 pour douze ans par Inria. Dans cette continuité, Empenn est affiliée à l'Inserm comme équipe de recherche labélisée ERL U1228.

À travers ce partenariat unique, l'ambition d'Empenn est de mettre en place une équipe pluridisciplinaire réunissant des chercheurs en sciences du numérique et en médecine. Notre but à moyen et long termes est d'insérer notre recherche fondamentale dans la pratique clinique, tout en maintenant l'excellence de notre recherche méthodologique.

Notre objectif est de favoriser la recherche en imagerie médicale, en neuro-informatique et en cohortes d'imagerie (imagerie de population). En particulier, Empenn cible la détection et le développement de biomarqueurs d'imagerie pour les maladies du cerveau et concentre ses efforts sur l'application de cette recherche dans les neurosciences cliniques en général.

En particulier, la finalité d'Empenn est de proposer de nouvelles méthodes statistiques et informatiques pour mesurer et modéliser les états morphologiques, structurels et fonctionnels du cerveau afin de mieux diagnostiquer, surveiller et traiter les troubles mentaux, neurologiques ou liés aux addictions. Nous proposons de combiner des systèmes instrumentaux de

Contact

- **Responsable :** Pierre Maurel
- **Tél :** 02.99.84.74.45
- **Secrétariat Tél :** 02.99.84.71.06

En savoir plus

- Site de **l'équipe**
- Site sur **inria.fr**
- Site du **responsable**
- Derniers Rapports d'Activité : **2019**, **2020**, **2021**, **2022**, **2023**

Documents sur la structure

- **Intranet**
- **Privés**

Décisions

- **13331** (14/01/2019) : création
- **13597** (13/05/2019) : nomination responsable
- **13719** (08/07/2019) : nomination responsable
- **13825** (09/09/2019) : nomination responsable
- **14113** (27/01/2020) : nomination responsable
- **14264** (22/04/2020) : renouvellement responsable
- **14409** (01/09/2020) : nomination responsable
- **15197** (14/09/2022) : prolongation
- **16555** (31/10/2023) : prolongation

Localisation

- **Adresse postale :** Centre Inria de l'Université de Rennes 263, avenue du Général Leclerc Campus universitaire de Beaulieu 35042 Rennes Cedex France
- **Coordonnées GPS :** 48.116, - 1.64

pointe et de nouveaux modèles computationnels pour fournir des solutions diagnostiques, thérapeutiques et de réadaptation neurologique avancées pour certains des principaux troubles du développement et du vieillissement du cerveau.

Dans ce vaste domaine, les thèmes de recherche sont à la fois génériques et stimulants. Ils comprennent la recherche sur de nouvelles façons de comparer modèles et données, sur la mise en place de solutions pour l'aide à la décision et/ou à l'interprétation des données, ou encore de développer des procédures de neurofeedback à partir d'expériences d'imagerie en temps réel. Ces activités sont réalisées en étroite collaboration avec la plateforme d'imagerie in vivo Neurinfo, qui offre un environnement de premier plan pour la réalisation expérimentale de nos études sur des projets de recherche ambitieux et pour le développement de nouvelles applications cliniques.

Axes de recherche

Les nouvelles pratiques médicales posent de nouveaux défis en sciences de l'information. Cela représente un défi de taille dans le domaine des troubles cérébraux, où les principaux enjeux auxquels nous sommes confrontés aujourd'hui sont (1) l'amélioration de la compréhension du cerveau (en particulier du cerveau en action), (2) une meilleure supervision des procédures thérapeutiques, (3) la modélisation de groupes de personnes normales et pathologiques par des descripteurs en signal et en image, et (4) l'élaboration de stratégies thérapeutiques et de rééducation pour le traitement du cerveau et la réadaptation des malades. Pour relever ces défis, la médecine actuelle manque de modèles computationnels capables d'aligner les observations multimodales et multi-échelles avec les phénomènes pathologiques sous-jacents, ainsi que de cadres pour valider ces modèles sur des données patients. Ces questions posent de nouveaux défis dans le domaine des sciences du numérique et nécessitent le développement de nouvelles solutions pour (1) exploiter les descripteurs des observations in vivo, (2) assimiler la grande quantité de données produites sur chaque patient à travers des représentations mathématiques compactes et pertinentes, (3) apprendre la dynamique des données pour prévoir le développement ou la progression de la maladie chez un patient et (4) rapprocher observations et traitements (concept du théranostic).

Dans ce contexte, parmi nos principaux développements et enjeux scientifiques, citons :

- L'élaboration de nouveaux descripteurs pour étudier la structure et les fonctions cérébrales (par exemple, la combinaison des variations de la perfusion cérébrale avec et sans agent de contraste ; les changements dans la micro-structure cérébrale par rapport aux modèles normaux, pathologiques, fonctionnels ou de connectivité ; ou la modélisation de l'état du cerveau pendant la stimulation cognitive par neurofeedback).
- L'intégration de séquences d'imagerie spatio-temporelle et hybride supplémentaires couvrant un plus large éventail d'observations du cerveau, du niveau moléculaire aux organes, en passant par le niveau cellulaire (marquage du spin artériel, IRM de diffusion, relaxométrie, fingerprinting, PET-IRM, EEG-IRM-NIRS, ...)
- La création de modèles computationnels par la fusion de données de descripteurs d'images moléculaires, cellulaires, structurels et fonctionnels issus d'études de groupes de sujets normaux et/ou pathologiques.
- L'évaluation de ces modèles aux regards des pathologies cérébrales, notamment pour l'étude des maladies neurodégénératives, psychiatriques, traumatiques ou développementales (principalement sclérose en plaques, accident vasculaires cérébraux, lésions traumatiques du cerveau (TBI), ou dépression mais aussi pouvant s'appliquer avec un autre impact potentiel chez les patients épileptiques, Parkinsoniens, déments, PTSD..., le tout dans une approche translationnelle.

En termes de nouveaux défis méthodologiques majeurs, nous abordons le développement de modèles et d'algorithmes pour reconstruire, analyser et transformer les images, et pour gérer la masse de données à stocker, la distribuer et la "sémantiser" (c'est-à-dire fournir une division logique des composants du modèle en fonction de leur signification). À ce titre, nos contributions méthodologiques s'orientent dans les domaines général de l'intelligence artificielle à travers l'inférence de modèles, l'analyse et la modélisation statistique, la représentation parcimonieuse (e.g. apprentissage de dictionnaire) et de l'apprentissage automatique (classification supervisée ou non supervisée et apprentissage par modèle discret), de la fusion de données (fusion multimodale, recalage par blocs, analyse par motifs locaux, etc.), l'optimisation de problème à haute dimension ; l'intégration des données et les interfaces cerveau-ordinateur.

En résumé, nous ambitionnons de relever prioritairement les défis suivants :

- Élaborer de nouvelles méthodes de traitement de l'information capables de détecter les biomarqueurs d'imagerie dans le contexte des troubles mentaux, neurologiques et des addictions.
- Fournir de nouvelles solutions computationnelles permettant une représentation plus appropriée des données pour l'analyse des images et la détection de biomarqueurs spécifiques à une forme ou à un grade de pathologie, ou spécifiques à une population de sujets.
- Fournir de nouveaux atlas de connectivité adaptés aux patients pour l'étude et la caractérisation des maladies par IRM fonctionnelle et quantitative.
- Fournir de nouveaux modèles analytiques de perfusion régionale dynamique et dériver des indices de perfusion locale et dynamique du cerveau à partir de populations normales et pathologiques.
- Étudier si le paradigme du théranostic dans la rééducation fonctionnelle à partir du neurofeedback hybride (IRM-EEG, EEG-NIRS, ...) peut être

efficace dans certaines pathologies comportementales et handicapantes.

- Ces avancées majeures sont principalement développées et validées dans le cadre de plusieurs applications prioritaires : la sclérose en plaques, la rééducation post-AVC, l'étude et le traitement de la dépression.

Sur le plan de l'organisation scientifique, nos projets de recherche s'articulent autour de trois grands thèmes technologiques et fondamentaux (*imagerie de population, détection et apprentissage et imagerie quantitative*) et de trois grands axes translationnels (*comportement, neuroinflammation et réadaptation*), thèmes suffisamment génériques pour traiter un large éventail de maladies du système nerveux central.

Logiciels

- [MedInria](#)
- [ANIMA](#)
- [Shanoir](#)
- [AutoMRI](#)

Relations industrielles et internationales

Inria associated Teams

- **MMINCARAV** (Multimodal Microstructure-Informed Connectivity: Acquisition, Reconstruction, Analysis and Validation) Associate Team
 - The Multimodal Microstructure-Informed Connectivity: Acquisition, Reconstruction, Analysis and Validation (MMINCARAV) project is an associate team between Empenn (Inria Rennes Bretagne Atlantique) and LTS5 (École Polytechnique Fédérale de Lausanne — EPFL) started in 2019. The main objective of this associate team is to develop novel methods for the quantification of microstructure properties in brain tissues using diffusion MRI and relaxometry, in relation with the macrostructure organization of the brain connectome.
- **BARBANT** (Boston and Rennes, Brain image Analysis) associated team
 - In the period 2013 and 2017, this associated team is shared between INRIA Visages team and the [Computational Radiology Laboratory of the Children's hospital Boston at Harvard Medical School](#). It addresses the topic of better understanding the behavior and evolution of neurological pathologies (such as neurodevelopmental delay or multiple sclerosis) at the organ and local level, and the modeling of normal and pathological groups of individuals (cohorts) from image descriptors. After 6 years of official Inria associated team affiliation, BARBANT team will be transformed as an official Inria International partnership.
- We also have a strong collaboration under the International Neuroinformatics Coordinating Facility (INCF) on the development of standards and tools for neuroimaging data sharing