

Type d'offre : Laboratory offer

Post date : 22.01.24

Genopole/IBISC/CHSF

Post-Doc "Deep learning and tensor decomposition for the analysis of multimodal imaging in brain imagery and advisable AI"

Informations générales

Contract type : Fixed-term contract

Contract length : 24 mois

Contact :

[Vincent Vigneron](#)

[Hichem Maaref](#)

Starting date : Mon 02/09/2024 - 12:00

Trade : Post-docs

Topic : IHM et visualisation données

Genopole/IBISC/CHSF :

Le [**Laboratoire IBISC**](#) (Informatique, Bioinformatique, Systèmes Complexes EA 4526) est un laboratoire de l'Université d'Évry Paris-Saclay structuré en quatre équipes de recherche : AROBAS, COSMO, IRA2 et SIAM. Une particularité du laboratoire est sa recherche pluridisciplinaire ainsi que sa localisation sur deux sites de l'université : IBGBI et PELVOUX. Cette spécificité est également renforcée par son rattachement à deux UFRs scientifiques distinctes : l'UFR Sciences Fondamentales et Applications (SFA) et l'UFR Science et Technologie (ST). Le laboratoire IBISC développe résolument une stratégie de collaboration et de valorisation de la recherche avec l'industrie ainsi qu'une stratégie de recherche ouverte à l'international. En 2023, le laboratoire IBISC a accueilli 23% du personnel enseignant et de recherche de l'UEVE qui porte plusieurs responsabilités aussi bien à l'université d'Évry (LMD, UFRs, IUT, VPs) qu'à l'université de Paris-Saclay (Graduate schools en Informatique et Sciences du Numérique (ISN) et en Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (SIS)).

Le [**Centre Hospitalier Sud Francilien**](#) (CHSF) assure la couverture sanitaire de 600 000 habitants de la grande couronne, et la formation initiale et continue des professionnels de santé. Le groupement hospitalier Sud Francilien se structure autour de l'hôpital Sud Francilien d'une capacité d'un millier de lits et de places à la jonction de Corbeil-Essonnes et d'Evry, d'un Établissement d'Hébergement pour Personnes Agées Dépendantes (EHPAD) de 84 lits, d'unités d'accueil de jour en psychiatrie et en psychiatrie infanto-juvénile implantées en ville (Hôpitaux de jour, Centres Médico-Psychologiques et Centres d'Accueil Thérapeutiques à Temps Partiel), de deux services de médecine pénitentiaire assurant la prise en charge médicale, psychologique et psychiatrique des détenus de la Maison d'Arrêt de Fleury-Mérogis. Il assure également la formation initiale et continue de professionnels de santé dans ses quatre instituts de formation.

Détail de l'offre (poste, mission, profil) :

Contexte et objectifs

Partenaires

[IBISC](#) (Université d'Evry, Université Paris-Saclay), [Centre Hospitalier Sud-Francilien](#) (CHSF)

Thématiques

IA de base et Data Science : formation statistique en grandes dimensions

ML et IA spécialisée : signal, image, vision

Domaine d'application : médecine de précision, imagerie par RM

Mots-clés : deep learning, imagerie multi-modale, apprentissage hebdomadaire supervisé, auto-attention, machine learning, deep tech, neuroimagerie, médecine de précision, AVC

Contexte et objectifs

Selon l'Organisation mondiale de la santé, l'accident vasculaire cérébral (AVC) est la deuxième cause de mortalité et la première cause d'incapacité fonctionnelle chronique chez l'adulte, avec 17 millions de victimes, dont 31% avaient moins de 65 ans. Plus de 6 millions de personnes meurent chaque année d'un AVC dans le monde.

En France, chaque année, environ 150 000 personnes sont hospitalisées pour un AVC, soit une toutes les 4 minutes, pour un coût moyen de 19 k€. On estime que 750 000 personnes ont survécu à un AVC, dont les deux tiers auront des séquelles invalidantes, ce qui représente une charge financière pour l'Etat d'environ 2,8 milliards d'euros par an... en réalité 10 milliards sur 5 ans du fait du coût du handicap.

L'AVC ischémique est causé par un caillot sanguin (thrombus) qui obstrue une artère cérébrale entraînant un manque d'oxygène des tissus cérébraux alimentés par cette artère (Fig. 1). Il est urgent de poser un diagnostic et de déterminer si un traitement à base de médicaments thrombolytiques (anticoagulants) peut "inverser" l'AVC. Le temps de réponse est limité et ne doit pas dépasser 3 à 4 heures après l'apparition des symptômes. Face à la prise en charge d'un AVC, le médecin pose alors 3 questions auxquelles l'imagerie apporte des réponses particulièrement pertinentes : s'agit-il bien d'un AVC ? S'agit-il d'un AVC ischémique ou hémorragique ? Si une

thrombolyse est envisagée, y a-t-il des contre-indications radiologiques à ce traitement ? Il existe un consensus sur le fait que l'imagerie par résonance magnétique (IRM) est l'examen de référence pour éliminer les diagnostics non vasculaires en raison de sa sensibilité et de sa spécificité dans l'ischémie aiguë.

L'accueil hospitalier privilégie donc la rapidité d'accès à l'unité neuro-vasculaire (UNV) et à l'IRM pour confirmer le diagnostic d'infarctus cérébral ou d'hémorragie cérébrale : une prise en charge précoce ($< 4,5$ h) limite la gravité des séquelles. 4,5 h) limite la gravité des séquelles. Si l'IRM permet de rechercher la cause de la lésion, elle soulève de nombreuses difficultés méthodologiques liées à la physiopathologie très progressive de l'AVC dans les toutes premières heures. Il n'existe pas à ce jour d'outil automatique complet pour la segmentation simultanée des lésions.

Objectifs

La solution que nous mettons en œuvre est basée sur la segmentation automatique des zones d'infarctus et des tissus ischémiques à risque. L'application de l'IA et des réseaux neuronaux à l'analyse d'images permet de travailler sur de grandes quantités de données de manière plus pertinente que les méthodes conventionnelles de traitement d'images.

Mais le prix à payer est un temps de simulation trop long et une interprétabilité globale. Nous proposons plusieurs solutions.

Tout d'abord, l'espace latent des couches du NN peut être structuré sous forme tensorielle, ce qui offre de très bonnes performances [Pan21]. Il a été montré que cela permet un compromis en termes de performance et d'interprétabilité. Cependant, ces travaux préliminaires laissent une marge de progression importante et les propriétés de ce type de modèle hybride sont encore mal connues.

L'apprentissage automatique sur des données tensorielles est classiquement réalisé par décomposition tensorielle linéaire, par exemple CPD/PARAFAC ou Tucker [Sid17]. Récemment, les représentations tensorielles ont été intégrées dans les réseaux de neurones et ont permis des développements importants en apprentissage profond, notamment dans le domaine des images, en réduisant le nombre de paramètres à estimer.

Pour augmenter l'identifiabilité et l'interprétabilité des modèles neuronaux profonds, des contraintes sont ajoutées, par exemple la non-négativité, classique dans un cadre d'apprentissage matriciel et tensoriel [Kol08].

Un autre problème est la confiance du neurologue dans la segmentation du ROI. Les médecins peuvent choisir de se fier à leur expertise jusqu'à ce que les solutions d'IA s'avèrent constamment fiables et largement validées. Les médecins peuvent interpréter le contexte de l'ensemble du cas du patient. Ils prennent en compte non seulement les données d'imagerie, mais aussi les antécédents médicaux du patient, ses symptômes et d'autres informations cliniques pertinentes. Cette approche holistique est cruciale pour un diagnostic précis et la planification du traitement. C'est pourquoi Advisable AI contribuera à l'intégration de l'IA dans la pratique médicale. L'IA conseillée reconnaît la valeur du jugement clinique et de l'expertise humaine. Au lieu de remplacer les médecins, elle les assiste en leur fournissant des suggestions et des informations. L'IA conseillée reconnaît ces variations dues à des facteurs tels que les différences entre les équipements d'imagerie, les caractéristiques des patients et les variations dans les protocoles d'imagerie, et reconnaît les limites potentielles des algorithmes de segmentation automatique. Les experts humains peuvent adapter leur approche sur la base de cette compréhension.

Enfin, les études longitudinales des patients ayant subi un AVC permettent d'observer l'évolution naturelle de l'AVC au fil du temps et d'obtenir des informations complètes sur la trajectoire de la maladie et son traitement. Elles permettent également d'évaluer l'impact à long terme des différents traitements, des stratégies de réadaptation, des médicaments et des complications à long terme, notamment le déclin cognitif, les déficiences motrices et les problèmes psychologiques. Les études longitudinales permettent d'identifier les biomarqueurs associés à la récupération de l'AVC. Ces connaissances sont cruciales pour développer des thérapies ciblées et des approches de médecine de précision adaptées aux profils individuels des patients.

Les objectifs sont de valider les résultats sur de grandes bases de données de patients multicentriques et d'intégrer le modèle dans un logiciel d'application clinique.

Programme de travail

La difficulté d'obtenir une quantité suffisante de données d'entraînement fiables et spécifiques à une classe pour une approche automatique supervisée nécessite l'étude de nouvelles stratégies.

Tout d'abord, nous établirons un benchmark des différentes approches. Ensuite,

nous modifierons les contraintes qui structurent la décomposition tensorielle dans un modèle de type auto-encodeur/décomposition de Tucker. Nous évaluerons et comparerons les caractéristiques de plusieurs architectures de NN profonds.

Les nouvelles architectures seront améliorées par une implémentation IA appropriée.

Ensuite, l'étude longitudinale sera mise en place et les biomarqueurs seront étudiés. Une solution suggérée par des études très récentes [Bra19] propose de développer de nouvelles fonctions génériques de saillance ou d'utiliser la méthode d'augmentation des données pour construire une classification robuste ainsi que d'autres paramètres tels que la texture ou la forme.

L'évaluation de la nouvelle procédure par rapport à une procédure de référence soulève de nombreuses difficultés méthodologiques. Les indicateurs de performance sont les suivants :

1. la répétabilité du processus de segmentation (déterministe) dans une situation dégradée ou non ;
2. l'efficacité de l'outil à tester sur une base de vérité terrain et à quantifier avec DICE [3] pour mesurer la performance dans la segmentation ;
3. la vitesse d'inférence, y compris la normalisation des images RM.

Références

[Kol08] Kolda, Bader, " *Tensor decompositions and applications* ", in : SIAM review 51.3 (2009), pp. 455-500.

[Sid17] Sidiropoulos et al. " *Tensor Decomposition for Signal Processing and Machine Learning*" IEEE Transactions on Signal Processing, 2017.

[Pan21] Panagakis et al. " *Tensor Methods in Computer Vision and Deep Learning* " Proceedings of the IEEE, <https://doi.org/10.1109/JPROC.2021.3074329>.

[Bra19] Ikram Brahim et al. Deep Learning Methods for MRI Brain Tumor Segmentation : a comparative study (Méthodes d'apprentissage profond pour la segmentation des tumeurs cérébrales par IRM : une étude comparative). In 9th IEEE International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA 2019), Istanbul, Turquie, novembre 2019.

[Rie10] Christian H. Riedel et al. Assessment of thrombus in acute middle cerebral artery occlusion using thin-slice nonenhanced computed tomography

reconstructions. Stroke, 41(8):1659-1664, 2010.

[San14] *Emilie M. M. Santos et al, et au nom des chercheurs MR CLEAN. Development and validation of intracranial thrombus segmentation on ct angiography in patients with acute ischemic stroke. PLOS ONE, 9(7):1-8, 07 2014.*

Profil et compétences attendus

La personne recrutée sera titulaire d'un doctorat en informatique/AI, capable de comprendre et de développer des algorithmes d'apprentissage adaptatif et de traiter des ensembles de données médicales et de les utiliser dans un système opérationnel pour réaliser la mission décrite ci-dessus.

Compétences en programmation : une pratique de Tensorflow et Pytorch est obligatoire. Le français n'est pas un problème. Son anglais est courant. Le travail sera effectué au sein du laboratoire IBISC situé sur le campus d'Evry de l'UPSAclay. IBISC développe des recherches multidisciplinaires, théoriques et appliquées dans le domaine des sciences de l'information et de l'ingénierie, avec une forte orientation vers les applications de santé. Le candidat sélectionné aura la chance de travailler au sein d'une équipe interdisciplinaire et avec un consortium de data scientists et de cliniciens du CHSF. Le projet est multidisciplinaire, à l'interface de l'apprentissage automatique, de l'informatique et de la médecine.

L'appel est ouvert aux chercheurs de toute nationalité. Le candidat doit être titulaire d'un doctorat ou avoir quatre ans d'expérience en tant que chercheur ; il doit figurer parmi les trois premiers auteurs d'au moins un manuscrit, publié, sous presse ou accepté pour publication. Les candidats peuvent se présenter dans les quatre ans suivant l'obtention de leur doctorat ou après quatre ans d'expérience dans la recherche.

Contact : envoyer le CV à [Vincent Vigneron](#) et [Hichem Maaref](#)

Téléphone : +33 1 694 775 45 / +33 1 694 775 45

Closing date for submitting applications : Wed 28/02/2024 - 12:00

URL de l'offre :

<https://www.dataia.eu/sites/default/files/24-01-21-APOGEEBIO-STROKE.pdf>

Lien vers l'offre sur le site dataia.eu :<https://da-cor-dev.peppercube.org/node/841>