

Offre de thèse de sciences

Potentiel des grands modèles de langage et modèles vision-langage en médecine nucléaire

U1288 Inserm, Institut Curie

www.lito-web.fr

Contexte

Les grands modèles de langage (large language models, LLM) sont des systèmes d'intelligence artificielle conçus pour comprendre et générer des textes semblables à ceux d'un être humain. Les modèles vision-langage (VLM) peuvent quant à eux analyser à la fois des textes et des images, par exemple pour légènder des images, ou répondre à des questions portant sur des images. Ces modèles ont été entraînés sur des ensembles de données massifs contenant divers textes et/ou images provenant d'Internet, de livres, d'articles et d'autres sources. Les LLM et VLM présentent déjà des performances remarquables pour le traitement du langage et d'images naturels. Ils permettent de générer des textes cohérents et pertinents sur le plan contextuel, et s'avèrent désormais des outils précieux pour un large éventail d'applications, comme la création de contenu et l'intelligence artificielle conversationnelle. En imagerie médicale, de nombreux modèles de fondation existent déjà (<https://arxiv.org/pdf/2310.18689>) mais leur usage n'a pas encore été largement exploré dans le contexte de l'imagerie par tomographie d'émission de positons.

Objectifs

L'objectif de la thèse sera d'identifier des usages très pertinents et originaux des LLM, VLM et modèles de fondation dans le contexte de l'analyse de tomographies d'émission de positons couplées à des tomographies de densitométrie (TEP/TDM) réalisées dans le domaine de l'oncologie, à partir des grandes bases de données disponibles au laboratoire.

Méthodes

1) Utilisation des LLM pour analyser des textes et calculer automatiquement le score METRICS
Nous avons déjà exploré avec succès l'usage des LLM pour analyser des publications scientifiques (1). Sur la base de ces résultats, et en optimisant le protocole de screening de publications, il s'agira de réaliser une étude de grande envergure visant à tirer les enseignements de 10 ans d'analyse radiomique en imagerie TEP. En effet, depuis plus de 10 ans, de très nombreuses équipes ont réalisé des études radiomiques, qui consistent à extraire un grand nombre de caractéristiques numériques sophistiquées à partir des images, et à créer des modèles radiomiques utilisant ces caractéristiques pour résoudre un problème de classification ou de prédiction. Ainsi, des milliers de nouvelles caractéristiques radiomiques ont été étudiées, et ont fait l'objet de plusieurs centaines de publications (appelées publications radiomiques ci-après). Pourtant, aucun modèle radiomique n'a encore été transféré à la clinique, faute de validation suffisante. Une analyse d'envergure des publications radiomiques, pour en tirer des conclusions claires, et identifier les caractéristiques qui s'avèrent réellement informatives, semble donc nécessaire. Elle serait d'autant plus pertinente que nous avons participé de façon concomitante à la conception d'un score, METRICS (2), permettant d'évaluer la qualité des études suivant un grand nombre de critères. Le calcul automatique du score METRICS par LLM est envisageable, qui permettrait d'intégrer à une analyse bibliographique automatisée une pondération associée à la qualité des études publiées. L'objectif sera donc de 1) finaliser un pipeline basé sur les LLM pour analyser la littérature radiomique et attribuer automatiquement un score METRICS aux articles, 2) mettre à disposition l'outil automatique de calcul de score METRICS, 3) dégager les caractéristiques radiomiques innovantes a priori les plus fiables et pertinentes, sur la base du niveau d'évidence publié, afin que celles-ci puissent être étudiées plus avant.

2) Utilisation des VLM pour analyser des images TEP/TDM

Nous disposons au laboratoire de plusieurs centaines d'images TEP/TDM annotées, c'est-à-dire enrichies d'informations concernant la pathologie, la localisation et la nature des anomalies. A ces images, s'ajoutent grands nombres de bases de données publiques déjà au moins partiellement annotées (a minima, le type de cancer est connu). Il s'agira donc d'étudier si une représentation synthétique des images 3D que nous avons déjà validée (3) combinée aux annotations existantes et aux compte-rendus disponibles permet d'entraîner un VLM capable de fournir une description textuelle de l'image (eg, localisation des foyers tumoraux, type de cancer). En particulier, nous étudierons l'impact des informations données en entrée du modèle (valeurs de biomarqueurs numériques, images, représentation simplifiée des images, combinaison de différents types d'information) sur la précision et l'exhaustivité des descriptions textuelles.

Logistique

L'encadrement sera assuré conjointement par Fanny Orhac (CR Inserm) et Irène Buvat (DR CNRS), en partenariat avec un industriel.

Le lieu de travail est le laboratoire d'imagerie translationnelle en oncologie de l'Institut Curie, Bâtiment 101B, rue de la Chaufferie à Orsay.

L'étudiant(e) participera aux réunions d'équipe hebdomadaires et sera intégrée à l'équipe radiomique du laboratoire, dans laquelle une dizaine d'étudiants en master, doctorants, post-doc, et ingénieurs d'études développent et exploitent des méthodes d'IA pour l'analyse des signaux et images médicales.

Contact

Irène Buvat : irene.buvat@curie.fr

Références bibliographiques

(1) Orhac F, Bradshaw T, Buvat I. Can a large language model be an effective assistant for literature reviews? An example in Radiomics. *J Nucl Med* 65 supp 2 : 241031, 2024.

https://jnm.snmjournals.org/content/65/supplement_2/241031

(2) Kocak B, Akinci D'Antonoli T, Mercaldo N, Alberich-Bayarri A, Baessler B, Ambrosini I, Andreychenko AE, Bakas S, Beets-Tan RGH, Bressemer K, Buvat I, Cannella R, Cappellini LA, Cavallo AU, Chepelev LL, Chu LCH, Demircioglu A, deSouza NM, Dietzel M, Fanni SC, Fedorov A, Fournier LS, Giannini V, Girometti R, Groot Lipman KBW, Kalarakis G, Kelly BS, Klontzas ME, Koh DM, Kotter E, Lee HY, Maas M, Marti-Bonmati L, Müller H, Obuchowski N, Orhac F, Papanikolaou N, Petrash E, Pfaehler E, Pinto Dos Santos D, Ponsiglione A, Sabater S, Sardanelli F, Seeböck P, Sijtsema NM, Stanzione A, Traverso A, Ugga L, Vallières M, van Dijk LV, van Griethuysen JJM, van Hamersvelt RW, van Ooijen P, Vernuccio F, Wang A, Williams S, Witowski J, Zhang Z, Zwanenburg A, Cuocolo R. METHodological RadiomICs Score (METRICS): a quality scoring tool for radiomics research endorsed by EuSoMII. *Insights Imaging*. 2024 Jan 17;15(1):8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmid/38228979/>

(3) Girum KB, Rebaud L, Cottureau AS, Meignan M, Clerc J, Vercellino L, Casasnovas O, Morschhauser F, Thieblemont C, Buvat I. 18F-FDG PET Maximum-Intensity Projections and Artificial Intelligence: A Win-Win Combination to Easily Measure Prognostic Biomarkers in DLBCL Patients. *J Nucl Med*. 2022 Dec;63(12):1925-1932. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmid/35710733/>