



Le LaBRI : améliorer, comprendre et déployer en confiance l'IA

Le Laboratoire bordelais de recherche en informatique (LaBRI) a été créé à la fin des années 1980, sous l'impulsion de l'université de Bordeaux, de Bordeaux INP et du CNRS. Depuis 2002, l'INRIA est également l'une de ses tutelles (le centre INRIA sud-ouest se situe à une centaine de mètres du laboratoire).

Le LaBRI est idéalement situé, à quelques mètres des célèbres vignes du château Haut-Brion (une bouteille de ce château, cuvée 2010, pourrait couvrir à elle seule le coût d'une centaine d'heures d'enseignements), et surtout au milieu d'autres laboratoires avec qui il a su tisser des liens forts,

que ce soit, ou non, autour de l'IA. On y trouve ainsi l'Institut de mathématiques de Bordeaux (IMB - UMR 5251), qui développe notamment une forte activité de recherche et d'enseignement en recherche opérationnelle, l'Institut de mécanique et d'ingénierie de Bordeaux (I2M - UMR 5295), et le Laboratoire de l'intégration du matériau au système (IMS - UMR 5218), avec de fortes activités autour de l'IA frugale (comment concevoir des circuits adaptés aux calculs de type « réseaux de neurones » pour en économiser la consommation).

La confiance avant tout

De longue date, le laboratoire a une forte reconnaissance internationale notamment en graphes, combinatoire, visualisation d'informations et méthodes formelles. Cet appétit théorique et pratique se retrouve en partie dans l'approche de l'intelligence artificielle développée sur place, même si de nouvelles thématiques au cœur de

Le LaBRI en 3 chiffres

350

personnes

130

chercheurs et enseignants-chercheurs

+100

doctorants

l'IA sont apparues depuis une dizaine d'années. Un axe transversal « IA » a été créé, fédérant les chercheurs du



domaine dans le laboratoire. L'une des activités fortes se concentre autour de l'explicabilité.

Comment raisonner sur des données multiples et imparfaites ?

L'énorme richesse des données disponibles aujourd'hui recèle un énorme potentiel mais, dès que l'on cherche à faire sortir l'IA des laboratoires, tout en s'assurant de la qualité des décisions de celle-ci, il est difficile de compter sur des informations pertinentes et fiables issues du monde réel. Les données proviennent de multiples sources, renseignées différemment, avec plus ou moins de soin (par exemple, des faits sont souvent manquants ou incorrects).

La chaire IA ANR *Intended*, portée par Meghyn Bienvenu, consiste à développer des méthodes intelligentes, basées sur la connaissance, pour traiter les données imparfaites dans le cadre de prises de décisions informées et en confiance. Les applications visées touchent principalement au domaine de la santé, grâce à un partenariat avec le CHU de Bordeaux.

Viser la confiance en priorité

Malgré les progrès extraordinaires observés dans de nombreux domaines en IA, très peu de travaux imposent la

confiance comme but final. Ce problème est un vrai frein au déploiement de l'IA dès lors que l'erreur importe. La majorité des travaux, comme aspirés par les progrès autour des réseaux de neurones, se basent presque exclusivement sur la précision des recommandations. Précision et confiance sont pourtant bien distinctes. Certes, la notion même de confiance peut être difficile à définir mais surtout, si l'on veut placer la confiance au centre des approches IA, il faut accepter de

Si l'on veut placer la confiance au centre des approches IA, il faut accepter de questionner les méthodes actuelles d'apprentissage automatique.

questionner les méthodes actuelles d'apprentissage automatique. Bien entendu, dans bien des domaines, par exemple quand l'humain peut vérifier ce que conseille l'IA (lors de recommandations de vidéos, de traduction automatique...), augmenter la précision est crucial et très largement suffisant. Mais dans bien d'autres domaines, lorsque la décision est autonome et potentiellement critique, il faut admettre que les méthodes actuelles ne sont pas encore à

la hauteur.

La chaire industrielle « IA Digne de Confiance », portée par Laurent Simon avec l'appui de la Fondation Bordeaux Université, a bénéficié d'un engouement rapide de mécènes et permettra, dès septembre 2022, de lancer de nouveaux axes de recherche autour de l'encadrement de décisions mais aussi

de choix de langage cible pour l'apprentissage prenant en compte la confiance dès l'étape de conception.

Comprendre les réseaux de neurones

Lorsqu'un réseau de neurones a été entraîné, il peut reproduire des biais ou se baser sur des éléments non pertinents pour prendre ses décisions (comme analyser le type de filet de pêche pour améliorer son taux de reconnaissance des espèces de poissons). Pour améliorer la confiance dans des modèles appris, le LaBRI a pu s'appuyer sur son histoire en visualisation d'informations pour proposer des méthodes permettant, sur une décision donnée, de visualiser les éléments pertinents de l'image, ou des données, ayant permis de décider. Ces travaux, qui sont au cœur de l'explicabilité, sont portés notamment par Jenny Benois-Pineau, Romain Bourqui et Romain Giot au LaBRI.

Au cœur des méthodes d'apprentissage

Bien entendu, le LaBRI alimente également la recherche au cœur des techniques d'apprentissage automatique et des réseaux de neurones. Si des approches fondamentales s'intéressent à la dérive des modèles d'apprentissage (comment garantir que les modèles « vieillissent bien » une fois mis en production ?), on trouvera également des approches finalisées grâce à des outils développés avec le CHU sur l'analyse d'images IRM (avec Pierrick Coupé et Michaël Clément), mais aussi dans le cadre de détection de *malwares* ou du maintien à domicile de personnes dépendantes (grâce à l'analyse de situations à risques).

Bordeaux, champions du monde de foot !

Pour finir ce tour d'horizon qui ne se veut pas exhaustif, il est impossible de ne pas mentionner l'implication du LaBRI dans l'organisation d'événements grand public autour de l'IA. Grâce à ses multiples titres de champion du monde de foot de robots (robot humanoïde « petite-taille », emmené par Olivier Ly), Bordeaux a été choisie pour organiser la Robocup en 2023 ! C'est un événement international d'une rare ampleur : une semaine de compétitions, plus de 3 500 participants et 40 000 visiteurs. Les progrès réalisés sur les robots « joueurs de foot » alimentent des problématiques de robotique agricole, développées au LaBRI depuis quelques années. Le soir, les robots du LaBRI posent les crampons pour aller biner avec précision.



Entretien avec Aurélie Bugeau, membre IUF chaire innovation autour de la restauration d'images grâce à l'IA et de l'étude de l'impact environnemental de l'IA



Pourquoi restaurer des images et des vidéos ?

Les images et vidéos d'archives sont affectées par des dégradations dues aux méthodes d'acquisition (analogiques ou numériques avec des qualités d'équipements et des procédés de fabrication différents) et aux conditions de conservation. Les données ont des résolutions variées, contiennent du grain, des

rayures, des trous, des scintillements, etc. Les restaurer et les améliorer est indispensable avant de les analyser ou de les diffuser.

En quoi consiste la restauration d'images ?

Ces dernières années, une part importante des recherches dans ce domaine s'est concentrée sur l'apprentissage supervisé avec des réseaux de neurones profonds. Ces méthodes supervisées nécessitent un ensemble d'apprentissage, composé d'images ou de vidéos dégradées et de vérité terrain (i.e. la version non dégradée). Les résultats obtenus avec les méthodes d'apprentissage sont très impressionnants, mais ont parfois des artefacts.

Pourquoi a-t-on besoin d'IA frugale ?

Le développement d'une architecture d'apprentissage profond implique 1) de choisir ou d'acquérir des données ; 2) de choisir la bonne architecture, ce qui

implique une série d'essai-erreur ; 3) d'entraîner chaque modèle pour optimiser les nombreux paramètres ; 4) de tester pour évaluer les performances. Plusieurs méthodes ont été proposées dans la littérature pour mesurer l'impact de la consommation énergétique de l'apprentissage, et ont montré la consommation très importante nécessaire à l'entraînement de gros modèles. Mais cette consommation d'énergie ne représente qu'une partie de l'ensemble des impacts environnementaux de ces méthodes. On peut citer par exemple les besoins en eau ou en métaux, ainsi que les effets rebonds et autres impacts indirects liés au développement d'une solution d'IA. Des méthodologies plus complètes pour évaluer les impacts nets doivent donc être développées, ainsi que des modèles d'IA plus économes en ressources.

Le programme généré ne garantit pas de répondre correctement au besoin ou d'être dénué de bugs, ce qui le rend inutilisable dans certains contextes.

Entretien avec Théo Matricon, doctorant en IA, synthèse de programmes



Qu'est-ce que la synthèse de programmes ?

La synthèse de programmes consiste à produire un programme de manière autonome dans un certain langage qui satisfait certaines contraintes, grâce à très peu d'exemples.

Un des avantages des programmes est qu'ils s'expriment dans des langages

qui se situent souvent à mi-chemin entre l'Homme et la machine, ce qui permet d'obtenir une solution au problème donné facilement compréhensible par les utilisateurs.

Pourquoi ne fait-on pas de la synthèse de programmes partout alors ?

On en est encore bien loin ! D'autres approches à la synthèse de programmes, avec les modèles larges tels que GPT-3, Codex, AlphaCode génèrent des programmes à partir d'un contexte pour les programmeurs et fonctionnent relativement bien puisque GitHub essaie d'en faire un produit avec Co-Pilot. Cette synthèse n'est finalement qu'un usage des réseaux de neurones qui nécessite beaucoup de données (presque tout GitHub pour CoPilot), tout en étant incapable de généraliser. Par exemple, ils peuvent générer la fonction « ajoute 1 », « ajoute 2 »... jusqu'à 57 mais pas « ajoute 58 » tandis que le but recherché est une solution

qui, si elle sait réaliser « ajoute 1 », saura réaliser « ajoute 58 » ou tout autre nombre.

L'IA va-t-elle remplacer les développeurs ?

Probablement pas de mon vivant ! Le programmeur doit réussir à résoudre des problèmes en exprimant une solution sous forme de code. En général, il spécifie l'architecture et découpe une tâche en plusieurs sous-tâches. Les IA savent résoudre plutôt bien les petites tâches mais sont en général incapables de résoudre des tâches assez larges, principalement car elles ne savent pas découper une tâche. Aujourd'hui, CoPilot est suffisamment performant pour que certains programmeurs puissent l'utiliser dans leur travail mais cela reste encore un peu risqué. Le programme généré ne garantit pas de répondre correctement au besoin ou d'être dénué de bugs, ce qui le rend inutilisable dans certains contextes.

Start-ups

Pôle de recherche dynamique, le LaBRI encourage ses chercheurs à innover. Plusieurs start-ups sont ainsi directement issues de projets de recherche menés au sein du laboratoire, parmi lesquelles :



Créée par Julien Bruneau et Quentin Enard, l'entreprise est spécialisée sur le relevé automatique et l'analyse en temps réel des consommations énergétiques immobilières.



La start-up de Cédric Teyton, Arthur Magne et Xavier Blanc développe une plateforme collaborative dédiée aux bonnes pratiques de développement par la revue de code.



Julien Durand et Pierre-Yves Chauché ont développé Home Assist, une solution connectée et complète pour simplifier et faciliter le quotidien des seniors, des proches et des aidants professionnels.



La start-up de Matthias Robine et Pierre Hanna propose des solutions uniques pour l'identification des contenus musicaux, la recommandation musicale et le suivi prédictif des tendances.



Alliant numérique et neurosciences, cette start-up co-fondée par Rémy Ramadour et Jérémy Frey propose des produits de stimulations sensorielles, de cohérence cardiaque et de valorisation des relations.



La société fondée par Nicolas Bourmet, Serge Chaumette, Jonathan Ouoba et Damien Dubernet met le traitement des données et l'analyse prédictive au service du secteur industriel.