2026-2027
Sujet de stage M1/M2
Titre: Réseaux Kolmogorov-Arnold et Perceptrons Multicouches

Contexte

Les réseaux de Kolmogorov-Arnold (KAN) constituent une alternative aux perceptrons multicouches (MLP) [2, 1]. Au lieu de fonctions d'activation fixes sur les nœuds et de poids linéaires sur les arêtes, les KAN placent une fonction univariée apprenable (typiquement une spline) sur chaque arête et se contentent de sommer les signaux entrants à chaque nœud. Ils s'inspirent du théorème de représentation de Kolmogorov-Arnold et sont réputés offrir une meilleure efficacité en nombre de paramètres ainsi qu'une meilleure interprétabilité. Pourtant, on ne sait pas encore si ces gains proviennent de la structure de Kolmogorov-Arnold elle-même ou simplement de la présence de non-linéarités apprenables, dont peuvent aussi disposer les MLP (activations paramétriques, à base de splines ou rationnelles, par exemple) [3]. Ce stage visera à isoler la contribution du placement des fonctions sur les arêtes plutôt que sur les nœuds, une question à la fois théoriquement intéressante et importante en pratique.

Objectifs

Le ou la stagiaire commencera par une revue de la littérature sur les KAN et les fonctions d'activation adaptatives, puis concevra une comparaison rigoureuse entre KAN et MLP à activations apprenables, à budget de paramètres et protocoles d'entraînement équivalents.

La comparaison portera sur la précision d'approximation, sur des fonctions synthétiques de structure connue comme sur des jeux de données réels (tabulaires ou scientifiques), ainsi que sur la stabilité de l'entraînement, la sensibilité aux hyperparamètres, le coût de calcul et, lorsque c'est possible, des arguments théoriques sur l'expressivité.

Les résultats attendus sont un banc d'essai reproductible, une analyse claire des situations où chaque architecture est préférable, et potentiellement une contribution publiable. Ce stage s'adresse à un ou une étudiante de M2 (ou de M1 avancé) disposant de solides bases en apprentissage automatique, en optimisation et en Python/PyTorch, et intéressé(e) par la théorie de l'approximation.

Les travaux du/de la stagiaire pourront donner lieu à des publications dans des conférences et revues nationales et internationales, ainsi qu'à des présentations lors des séminaires de l'équipe. La soutenance de stage aura lieu à l'institution d'origine de l'étudiant(e), avec une présence des encadrant(e)s de stage en visioconférence. Les encadrant(e)s américain(e)s délivreront un certificat de réussite de stage détaillé, ainsi que des lettres de recommandation pour la suite des études du/de la stagiaire. Les stages M2 peuvent donner lieu à des propositions de continuation en thèse, sous condition d'adéquation des compétences, des financements disponibles et des règles d'admission de l'École doctorale locale.

Etablissement d'accueil

L'Université du Texas à El Paso (UTEP) est une université publique américaine classée **R1** (à activité de recherche de haute catégorie) par la classification Carnegie, qui distingue les établissements ayant une très forte activité de recherche. Située au Texas, à la frontière entre les États-Unis et le Mexique, elle accueille plus de 26000 étudiants et propose 169 formations de licence, de master et de doctorat. Elle se distingue par son engagement en faveur de l'égalité des chances et de l'accès à un enseignement supérieur de qualité. L'UTEP figure parmi les 5% d'universités américaines les mieux classées en matière de recherche. Son département d'informatique, rattaché au *Miguel A. Loya College of Engineering*, propose des formations en informatique du niveau licence au doctorat, et collabore avec des partenaires académiques et industriels. Ses principaux axes de recherche couvrent le génie logiciel, la cybersécurité, l'intelligence artificielle et les fondements théoriques de l'informatique.

Visa et mobilité

La réalisation du stage à l'Université du Texas à El Paso (UTEP) nécessite l'obtention d'un visa J-1. L'établissement pourra accompagner le/la candidat(e) dans ses démarches administratives, mais les frais liés à la demande de visa et aux formalités associées resteront à sa charge. L'accueil en stage est conditionné à l'obtention du visa requis.

Durée, rémunération et frais de scolarité

Le stage, d'une durée de quatre à six mois, n'est pas rémunéré. Aucun frais de scolarité (tuition fees) ne sera demandé par l'UTEP au stagiaire dans le cadre de ce stage, et une attestation de stage sera délivrée à l'issue de ce dernier (cf. ci-dessus). Les encadrant(e)s aideront le/la stagiaire pour toute démarche pour obtenir une bourse de mobilité internationale.

Encadrement

Le (la) stagiaire sera encadré(e) par :

- Martine Ceberio – Professeure en Informatique à l'UTEP (`https://expertise.utep.edu/profiles/mceberio`)
- Christoph Lauter – Maître de conférences en informatique (Associate Professor), HDR, à l'Université de l'UTEP (`https://www.christoph-lauter.org/`)
- Hanane Benmaghnia – Post-Doctorante en validation numérique au LIP6, Sorbonne Université – CNRS, future Chargée de recherche à l'UTEP, (`https://hanane-benmaghnia.github.io/`)

Profil recherché

Le stage s'adresse à des étudiant(e)s (M1 ou M2) en informatique, mathématiques appliquées, électronique ou dans un domaine connexe en premier lieu, mais est ouvert aussi aux étudiant(e)s d'autres disciplines s'ils/elles peuvent démontrer une forte capacité de travail interdisciplinaire. Les compétences recherchées sont :

- Modélisation de problèmes découlant des différentes disciplines des science à l'aide d'outils mathématiques et informatiques.

- Compréhension générale des approches modernes des sciences des données et de l'Intelligence Artificielle, y compris pour les modèles moins repandus commes les modèles de Kolmogorov-Arnold.
- Curiosité pour aborder une problématique de recherche dans un contexte international, et ouverture d'esprit pour la découverte de la langue anglaise, utilisée dans un contexte universitaire de recherche.
- Compétences basique en programmation et en génie logiciel basique.

La curiosité scientifique, l'autonomie, la rigueur et la capacité à analyser des résultats expérimentaux seront particulièrement appréciées.

Modalités de candidature

Les candidatures doivent être envoyées à Martine Ceberio (mceberio@utep.edu), Christoph Lauter (cqlauter@utep.edu) et Hanane Benmaghnia (hanane.benmaghnia@lip6.fr). Elles doivent inclure :

- un curriculum vitae,
- une lettre de motivation,
- des liens vers des projets personnels, professionnels ou universitaires représentatifs, par exemple des dépôts Git (si disponibles) ou publications antérieures.
- une ou deux personnes référentes à contacter.

References

[1] Blealtan. efficient-kan: An efficient pure-PyTorch implementation of Kolmogorov-Arnold network (KAN). https://github.com/Blealtan/efficient-kan, 2024.

[2] Ziming Liu et al. KAN: Kolmogorov-Arnold networks. In *International Conference on Learning Representations (ICLR)*, 2025.

[3] Runpeng Yu, Weihao Yu, and Xinchao Wang. KAN or MLP: A fairer comparison, 2024.