

Offre de stage – Recherche en IA

Modèles génératifs combinant les approches des Modèles Basés sur l'Énergie (EBM) et des Réseaux Lipschitz.

Entreprise et Équipe

Le projet DEEL (Dependable, Explainable & Embeddable Learning) au sein de l'IRT Saint Exupéry et de l'IA Cluster Aniti vise à développer une Intelligence Artificielle de confiance pour son application dans les systèmes critiques. Avec plus de 17 partenaires industriels et 50 employés, DEEL est un projet franco-canadien qui contribue à la recherche en IA à travers la production d'articles scientifiques et au transfert de ces recherches vers le monde industriel via le développement de bibliothèques open-source.

Le stage se fera avec des chercheurs de deux chaires de l'IA Cluster Aniti, la chaire CALM et la chaire C3PO.

Lieu et Durée

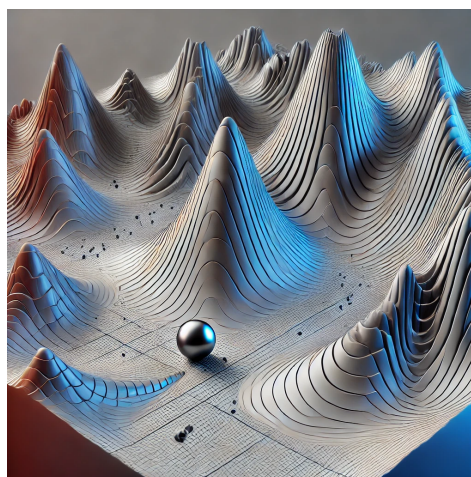
Le stage se déroulera dans les locaux de l'IA Cluster Aniti, au B612 (3 rue Tarfaya, 31400 Toulouse), pour une durée de 6 mois.

Contexte

Les Modèles Basés sur l'Énergie (Energy-Based Models, EBM), [6, 4, 5] sont une classe de modèles paramétriques qui définissent une fonction d'énergie pour capturer la structure des données. En pratique, un modèle EBM définit une fonction scalaire $E(x)$ pour des données x , où des valeurs plus faibles d'énergie correspondent à des configurations plus probables. Ces modèles sont utilisés dans diverses tâches telles que la génération de données [4], la reconnaissance robuste d'image [5], des tâches de raisonnement [3] et la planification de trajectoires en robotique [7].

Les réseaux Lipschitz sont une classe particulière de réseaux neuronaux qui respectent la propriété de régularité Lipschitzienne (la variation de la sortie du réseau est bornée par une constante multipliée par la variation de son entrée). Ces réseaux sont connus pour leur robustesse aux perturbations adverses, leur stabilité, et leur explicabilité [1, 8, 9].

Récemment, un papier publié par l'équipe DEEL [2] a étudié l'utilisation de réseaux Lipschitz pour l'estimation de densité d'une distribution. La proximité de cette approche avec celui de l'apprentissage des EBMs laisse entrevoir un grand intérêt de combiner les EBM avec des réseaux Lipschitz. En effet, la contrainte de Lipschitz permettra de garantir la stabilité des dynamiques dans le paysage énergétique défini par l'EBM. Cette propriété devrait permettre de stabiliser l'apprentissage des EBMs, et d'ouvrir de nouvelles perspectives pour des applications en apprentissage supervisé et non supervisé, où la robustesse et l'interprétabilité sont cruciales.



Missions du stage

- **Étudier et comprendre** les principes fondamentaux des Modèles Basés sur l'Énergie et des réseaux Lipschitz.

- **Développer une architecture hybride** et mettre en place un schéma d'apprentissage basé sur l'énergie et utilisant les réseaux Lipschitz.
- **Analyser l'impact des contraintes Lipschitz** sur les propriétés des EBM, notamment en ce qui concerne la généralisation et la capacité d'interprétation.
- **Rédaction** d'un rapport scientifique

References

- [1] Cem Anil, James Lucas, and Roger Grosse. Sorting out lipschitz function approximation. In *International Conference on Machine Learning*, pages 291–301. PMLR, 2019.
- [2] Louis Béthune, Paul Novello, Guillaume Coiffier, Thibaut Boissin, Mathieu Serrurier, Quentin Vincenot, and Andres Troya-Galvis. Robust one-class classification with signed distance function using 1-lipschitz neural networks. In *International Conference on Machine Learning*, pages 2245–2271. PMLR, 2023.
- [3] Yilun Du, Shuang Li, Joshua Tenenbaum, and Igor Mordatch. Learning iterative reasoning through energy minimization. In *International Conference on Machine Learning*, pages 5570–5582. PMLR, 2022.
- [4] Yilun Du and Igor Mordatch. Implicit generation and modeling with energy based models. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 32, 2019.
- [5] David Duvenaud, Jackson Wang, Jorn Jacobsen, Kevin Swersky, Mohammad Norouzi, and Will Grathwohl. Your classifier is secretly an energy based model and you should treat it like one. In *ICLR 2020*, 2020.
- [6] Yann LeCun, Sumit Chopra, Raia Hadsell, et al. A tutorial on energy-based learning. 2006.
- [7] Yunhao Luo, Chen Sun, Joshua B Tenenbaum, and Yilun Du. Potential based diffusion motion planning. *arXiv preprint arXiv:2407.06169*, 2024.
- [8] Takeru Miyato, Toshiki Kataoka, Masanori Koyama, and Yuichi Yoshida. Spectral normalization for generative adversarial networks. In *International Conference on Learning Representations*, 2018.
- [9] Mathieu Serrurier, Franck Mamalet, Alberto González-Sanz, Thibaut Boissin, Jean-Michel Loubes, and Eustasio Del Barrio. Achieving robustness in classification using optimal transport with hinge regularization. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 505–514, 2021.

Profil

Stage de fin d'études de niveau Bac+5 (Ingénieur, Master) en cursus Machine Learning, Mathématiques Appliquées, Informatique ou une discipline associée. Nous cherchons un.e candidat.e avec les compétences suivantes:

- Connaissances théoriques solides en Machine Learning et Deep Learning, en particulier sur les réseaux des neurones, la descente du gradient et l'optimisation mathématique.
- Expérience avec les bibliothèques de Deep Learning modernes, en particulier PyTorch et/ou TensorFlow.
- Familiarité avec l'écriture scientifique sur LaTeX.
- Être capable de lire, écrire et s'exprimer en anglais.

Pour postuler

Adressez votre candidature à: [franck.mamalet\(at\)irt-saintexupery.com](mailto:franck.mamalet@irt-saintexupery.com) en indiquant le titre du stage en sujet du mail. Le dossier de candidature devra être constitué d'un CV et les coordonnées d'une personne à qui demander une lettre de recommandation.