

Proposition de stage 2024-2025

L'analyse des séries temporelles EEG sur un ordinateur quantique

Contact : vasily.sazonov@cea.fr

Contexte du stage

Les ordinateurs quantiques offrent de nouvelles façons de résoudre des problèmes d'optimisation complexes. L'une des approches pour utiliser les ordinateurs quantiques consiste à convertir la tâche d'optimisation en un problème d'optimisation binaire quadratique sans contraintes (QUBO), puis à le résoudre sur un appareil d'annealing quantique. Par exemple, une telle méthode a été appliquée à un problème de superrésolution d'une seule image [1]. Cependant, bien que les annealeurs quantiques se soient révélés efficaces pour trouver des solutions raisonnables aux problèmes de QUBO, étant basés sur l'évolution adiabatique, ils nécessitent un temps d'exécution significativement long. Comme alternative pour accélérer les calculs, on peut utiliser la méthode de Variational Quantum Eigensolver (VQE) afin d'explorer des solutions approximatives du QUBO [2]. À ce stade, nous proposons d'étudier l'approche QUBO-VQE sur l'exemple de la tâche d'apprentissage de la morphologie dans les séries temporelles EEG, pour laquelle une approche de codage parcimonieux, qui peut être mappée à QUBO, a été récemment formulée dans [3].

[1] Quantum Annealing for Single Image Super-Resolution Han Yao Choong, Suryansh Kumar, Luc Van Gool, IEEE/CVF CVPR 2023, <https://arxiv.org/abs/2304.08924>

[2] Farhi, E., Goldstone, J., & Gutmann, S. (2014). A Quantum Approximate Optimization Algorithm. <http://arxiv.org/abs/1411.4028>

[3] Learning the Morphology of Brain Signals Using Alpha-Stable Convolutional Sparse Coding Mainak Jas, Tom Dupré La Tour, Umut Şimşekli, Alexandre Gramfort, NIPS, <https://arxiv.org/abs/1705.08006>

Objectifs du stage

Le stage consiste en :

- 1) Comprendre l'implémentation actuelle du QUBO sur les ordinateurs quantiques
- 2) Formuler le problème QUBO pour les données EEG sur les ordinateurs quantiques
- 3) Implémenter l'algorithme VQE correspondant
- 4) Appliquer l'algorithme aux données disponibles
- 5) Préparer le rapport / article de recherche

Selon les résultats obtenus et le profil du candidat, une poursuite en thèse pourra être envisagée.



Département Intelligence Ambiante et Systèmes Interactifs
Service Intelligence Artificielle Langage & Vision
Laboratoire Vision pour la Modélisation & la Localisation





Compétences

Des connaissances générales en physique théorique et une maîtrise du langage Python sont indispensables. La connaissance des calculs quantiques est un gros plus.

Informations générales

Formation / Niveau d'étude	Ingénieur, Master 1 ou Master 2 / Bac+5
Possibilité poursuite	Oui, en thèse ou CDD selon profil.
Nationalité	Européenne (contrainte projet)
Durée	4-6 mois
Lieu	Palaiseau (91) – Centre d'intégration de Nano-INNOV Accès via RER B (arrêt Le Guichet ou Massy-Palaiseau)
Indemnités de stage	Entre 700 € et 1400 € suivant formation (grille fixe). Aide au logement / transport / restauration.

Candidatures

- Joindre CV + bulletins de notes + rapports de projet à vasily.sazonov@cea.fr avec le nom du stage auquel vous postulez. Lettre de motivation bienvenue.
- Indiquer les dates de début/fin de stage envisagées.