

Morse frames – Un nouveau cadre pour l’analyse topologique de données

Projet Tremplin Recherche

L. Najman et G. Bertrand

Univ Gustave Eiffel, CNRS, LIGM, Équipe A3SI

laurent.najman@esiee.fr

12 septembre 2024

Filières visées : Informatique, ou Datascience et intelligence artificielle, ou Artificial Intelligence and Cybersecurity .

Niveau : E4/M1 ou E5/M2

1 Contexte

L’*Analyse Topologique de Données* est un domaine récent qui connaît un succès croissant depuis quelques années. Il vise à comprendre, analyser et exploiter la structure topologique et géométrique de données, souvent représentées par des nuages de points dans des espaces euclidiens ou des espaces métriques plus généraux. Avec l’émergence de la théorie de la persistance topologique, la géométrie et la topologie algorithmique ont fourni des outils mathématiques et algorithmiques nouveaux et efficaces pour aborder ce sujet. Voir cette [vidéo](#) pour une courte introduction sur la *persistance topologique*, et cette [vidéo](#) pour un exposé long sur le sujet.

Parmi les outils classiques pour explorer topologiquement les données, mentionnons le [Topology Toolkit](#), pour les basses dimensions, et [Gudhi](#), pour les hautes dimensions.

Récemment, Gilles Bertrand et L. Najman ont proposé un nouveau cadre [[BN24](#), [Ber24](#)] pour développer des outils d’analyse topologique de données. Ce cadre est intéressant non seulement pour les algorithmes qu’il propose, mais aussi pour son aspect pédagogique : les notions utilisées sont au niveau de celles de la théorie des graphes.

2 Description du projet

Le but de ce projet est d’implémenter les notions proposées dans [[BN24](#), [Ber24](#)]. Un plan de travail possible est le suivant :

- Se familiariser avec l’analyse topologique de données, et ses outils comme [Topology Toolkit](#), et [Gudhi](#) ;
- Lire les références proposées [[BN24](#), [Ber24](#)] ;

- Implémenter en python les algorithmes, en se reposant sur la librairie [simplextree-py](#) ; une première ébauche d'implémentation existe, elle pourra servir de base pour les tests.
- Après une phase de test, implémenter en C/C++ ce qui est trop lent en python.
- En fonction du temps disponible, l'étape suivante consiste à réfléchir à comment utiliser ce nouveau cadre en le combinant avec de l'apprentissage profond.

Le projet intéressera tant les étudiants ayant un goût pour les mathématiques, que ceux ayant un goût pour l'algorithmique. Les encadrants seront présents pour guider les étudiants dans toutes les difficultés qu'ils pourront rencontrer.

Références

- [Ber24] Gilles Bertrand. Morse sequences. In *International Conference on Discrete Geometry and Mathematical Morphology (DGMM)*, Florence, Italy, April 2024. <https://hal.science/hal-04227281>.
- [BN24] Gilles Bertrand and Laurent Najman. Morse frames. In *International Conference on Discrete Geometry and Mathematical Morphology (DGMM)*, Lecture Notes in Computer Science, Florence, Italy, April 2024. S. Brunetti and A. Frosini and S. Rinaldi, Springer. <https://hal.science/hal-04217818>.