

# Stage M2 informatique : Deep learning pour la recherche de motifs fréquents dans un graphe

ICube, équipe SDC et Institut Pascal, équipe CaVITI

Mars à Septembre 2021

## Contexte

Le recueil de données spatio-temporelles est de plus en plus fréquent, que ça soit dans le domaine médical, environnemental, industriel, *etc.* Pour valoriser ces **grandes masses de données spatio-temporelles** nous voulons développer une approche innovante, basée sur le **deep learning**. Plus précisément, nos données étant modélisées par un graphe spatio-temporel [2] (un exemple est présenté sur la figure 2), nous désirons travailler sur la **recherche de sous-graphes fréquents** au sein d'un même graphe. Ainsi, nous pourrions apporter, aux différents experts des domaines, une réponse sur les événements qui se reproduisent fréquemment au cours du temps et à des endroits différents.

Plusieurs **applications potentielles** des résultats de stage sont envisageables :

1. le calcul d'une forme moyenne ou caractéristique à partir de géométries à des instants différents, comme à partir d'acquisitions d'imageries médicales dans un suivi patient ;
2. dans le cadre de l'analyse des registres parcellaires graphiques dans le temps, pour extraire des parcelles qui sont cultivées de manière similaire, en prenant en compte les reconfigurations de leur périmètre ;
3. rechercher les interactions récurrentes entre les réseaux neuronaux dans des imageries par résonance magnétique fonctionnelles cérébrales.

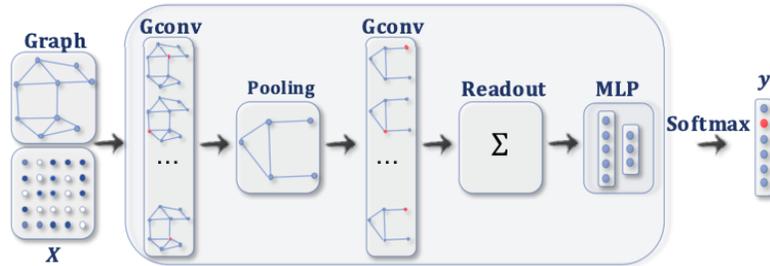
## Sujet

Les tâches suivantes seront à réaliser :

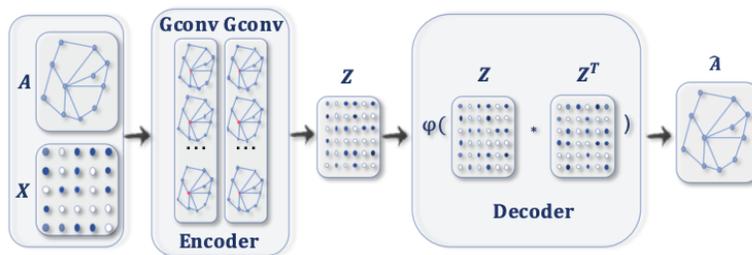
- **Bibliographie** sur le sujet ;
- **Réflexion** sur les réseaux de neurones profonds à utiliser afin d'obtenir, dans un premier temps, un motif qui se répète dans un graphe. Techniquement, en entrée du réseau de neurones, nous aurions un graphe spatio-temporel à analyser et en sortie un sous-graphe spatio-temporel fréquent. Pour ce faire, il sera probablement nécessaire de combiner différentes architectures existantes comme les *Convolutional Graph Neural*

Networks (*ConvGNNs*) [1] ou les *Graph AutoEncoders (GAEs)* [3] (figure 1) et donc de travailler sur la **structuration des réseaux** ;

- **Mise en œuvre** du réseau de neurones, par le biais de bibliothèques appropriées comme PyTorch (<http://pytorch.org>), Deep Graph Library (<https://www.dgl.ai/>) ou encore Tensorflow (<http://tensorflow.org>) ;
- **Test** de la méthode réalisée, interprétation et comparaison des résultats ;



(a) *ConvGNN*



(b) *GAE*

FIGURE 1 – Exemple de réseaux de neurones en lien avec le sujet [4].

## Aspects pratiques

**Compétences attendues :** Master informatique, autonome en programmation (de préférence Python), connaissances sur les graphes et les réseaux de neurones, intérêt pour le développement expérimental.

**Conditions :** Accueil au laboratoire ICube (Illkirch) ou Institut Pascal (Le Puy-en-Velay) ; rémunération : 3,90 euros / heure (à ajuster en 2021), PC sous Linux ou Mac.

**Encadrants :** Aurélie Leborgne et Antoine Vacavant.

**Contacts :** aurelie.leborgne@unistra.fr, antoine.vacavant@uca.fr

**À noter :** dans le cas où le travail réalisé le permet, il sera valorisé par l'écriture d'un article dans lequel vous ferez partie des auteurs.

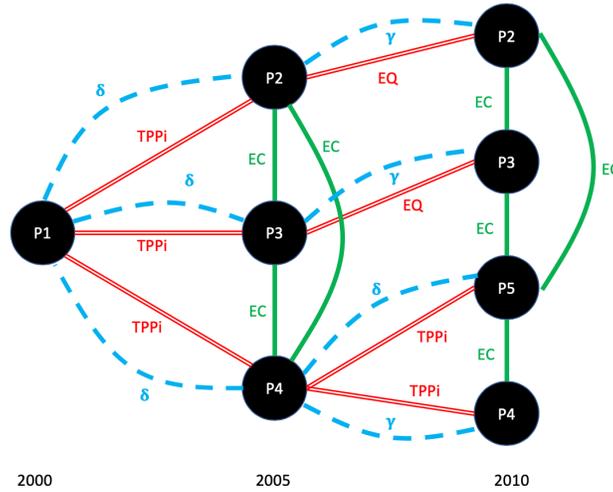


FIGURE 2 – Exemple de graphe spatio-temporel : en vert les relations spatiales, en rouge les relations spatio-temporelles, en bleu pointillé les relations de filiation (conservation ou partage de l'identité).

## Références

- [1] Michaël Defferrard, Xavier Bresson, and Pierre Vandergheynst. Convolutional neural networks on graphs with fast localized spectral filtering. In *Advances in neural information processing systems*, pages 3844–3852, 2016.
- [2] Géraldine Del Mondo, J. G. Stell, C. Claramunt, and R. Thibaud. A graph model for spatio-temporal evolution. *Journal of Universal Computer Science*, 16 :1452–1477, 2010.
- [3] Thomas N Kipf and Max Welling. Variational graph auto-encoders. *arXiv preprint arXiv :1611.07308*, 2016.
- [4] Zonghan Wu, Shirui Pan, Fengwen Chen, Guodong Long, Chengqi Zhang, and S Yu Philip. A comprehensive survey on graph neural networks. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 2020.