

Sujet de thèse

Données sur Graphes: Traitement, Représentation et Problèmes Variationnels

Début: Rentrée 2015

Financement: ANR

Mots clés Données massives ; Graphes ; Signaux ; Problèmes inverses ; Variationnel.

Le contexte du sujet

On s'intéresse dans le cadre de cette thèse à du traitement de signaux/données définis sur des grands graphes de topologie a priori arbitraire. A l'ère du Big Data, ce type de données est omniprésent, et on peut citer à titre d'exemples les réseaux sociaux, les réseaux de capteurs, les nuage de points, l'imagerie médicale, etc. (voir Figure 1). L'équipe Image du GREYC a depuis longtemps développé une expertise reconnue internationalement dans ce domaine. Ce sujet de thèse s'inscrit dans le cadre du projet collaboratif GRAPHSIP, financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR). Cette thèse s'inscrira donc dans un environnement stimulant de collaboration avec des spécialistes (à Caen, Paris, Lyon et Grenoble) en traitement de données sur graphes, en optimisation, en problèmes inverses, et en traitement du signal et des images.

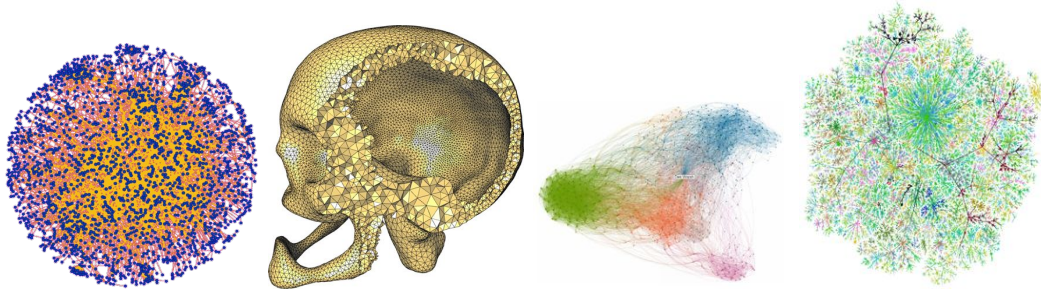


FIGURE 1 – Exemples de données/signaux sur graphes (réseau biologique, maillage 3D, réseau social, réseau internet).

Le sujet et les objectifs

Traiter des signaux sur des grands graphes (de topologie a priori arbitraire), nécessite de lever plusieurs verrous scientifiques. Chaque objectif de cette thèse tentera d'en lever un ou plusieurs. Ainsi, cette thèse s'articulera autour des tâches-objectifs suivants.

Tâche-Objectif 1 : Représentation des signaux sur graphes On vise ici à développer dans un premier temps une transformée multi-échelle sur graphes reposant par exemple sur un lifting

adaptatif (de part les poids du graphe) et pour graphes arbitraires (non bipartites). On s'attachera aussi à caractériser la stabilité de cette transformée. A partir de cette transformée, on s'intéressera à caractériser la classe de "régularité" du signal sur le graphe et la relier à la décroissance de ses coefficients (ou de l'erreur d'approximation non-linéaire, principes d'incertitude sur graphes, etc.). L'objectif étant d'en déduire la compressibilité, et donc la parcimonie (faible) de classes de signaux, qui sera exploité dans la résolution des problèmes inverses que nous décrivons ci-après.

Tâche-Objectif 2 : Problèmes inverses et optimisation non-lisse sur graphes Beaucoup de problèmes de traitement et d'analyse de données se ramènent à la résolution d'un problème inverse régularisé (e.g. parcimonie comme définie plus haut), formulé sous forme variationnelle où une fonctionnelle objective (typiquement non-lisse) doit être minimisée. Dans le cadre de cette thèse, la variable d'intérêt est typiquement un signal vivant sur graphe. Les problèmes d'optimisation sont donc de très grande taille et posent plusieurs défis. Dans cette thèse, l'objectif est de bâtir des algorithmes répondant aux exigences suivantes : (i) avoir une convergence garantie ; (ii) contrôler les taux de convergence (e.g. sur l'objective et/ou les itérées, au moins dans certaines situations) ouvrant le champ à des accélérations possibles ; (iii) avoir une implémentation simple ; (iv) posséder une complexité temporelle et spatiale la plus petite possible. Pour construire de tels algorithmes, il est nécessaire de tirer profit de la structure du problème d'optimisation en question, à la fois la structure de la fonctionnelle objective et ses propriétés, ainsi que celles des variables de minimisation mises en jeu. On se concentrera en particulier sur des stratégies de minimisation alternée se basant sur les schémas d'éclatement proximaux d'une part, et ceux de décomposition de domaine d'autre part. On les étudiera aussi bien dans leur version déterministe que stochastique. Par ailleurs, pour les méthodes de décomposition de domaine, on les alliera à des stratégies multiéchelles, en s'inspirant des méthodes multigrilles.

Tâche-Objectif 3 : Problèmes variationnels avec coupures sur graphes Certains problèmes variationnels se formulent comme la minimisation de fonctionnelles dépendant de coupures sur graphes, e.g. constantes isopérimétriques comme le cheeger, coupures normalisées, etc.. Ces problèmes sont traditionnellement résolus par analyse spectrales. Il s'agira dans cette thèse de les étudier dans un cadre fonctionnel sur graphes et de les résoudre au moyen de nouveaux algorithmes, possiblement tirant profit de ceux introduits dans tâche-objectif 2. On étudiera par ailleurs les liens avec certains flots géométriques variationnels par courbure sur graphes qui apparaissent dans de nombreux modèles locaux et non-locaux continus et dans diverses applications.

Applications La thèse se focalisera sur quelques applications privilégiées et ciblées, et dans lesquels le GREYC possède à la fois les données et l'expertise nécessaires. Les algorithmes développés seront ainsi validés et comparés sur des données synthétiques et réelles, notamment en traitement d'images et en reconstruction 3D à partir de nuage de points acquis par scanner laser.

Profil et formation requis

Le candidat doit être titulaire d'un diplôme BAC+5 (Master 2, diplôme d'ingénieur, ou équivalent). Il devra justifier de compétences solides dans l'une ou plusieurs des spécialités suivantes : mathématiques appliquées, traitement du signal/images, traitement de données. Des compétences en optimisation et en traitement théorique du signal et des images seront très appréciées. D'un point de vue programmation, une bonne connaissance de l'un ou plusieurs de ces langages de programmation est requise : Matlab, C, C++.

Localisation

GREYC UMR CNRS 6072
ENSICAEN 6 Bd du Maréchal Juin
14050 Caen CEDEX, France
<https://www.greyc.fr/>
Tel : +33 (0)2 31 45 29 20
Fax : +33 (0)2 31 45 26 98

Encadrement et Contacts

La thèse sera co-encadrée par Jalal Fadili, Abder ElMoataz et Olivier Lézoray, tous trois Professeurs des Universités. Les candidatures doivent être adressées à :

Jalal Fadili, Professeur
Membre Junior IUF

Jalal.Fadili@greyc.ensicaen.fr
<https://fadili.users.greyc.fr/>

Abder ElMoataz, Professeur

abderrahim.elmoataz-billah@unicaen.fr
<https://elmoataz.users.greyc.fr/>

Olivier Lézoray, Professeur

Olivier.Lezoray@unicaen.fr
<https://lezoray.users.greyc.fr/>