

Sujet de stage master 2 recherche

Reconstruction d'images par méthodes proximales rapides d'optimisation convexe

Mots-clés : optimisation convexe non lisse par éclatement ; vitesse de convergence ; accélérations multi-pas ; problèmes inverses régularisés en image ;

Lieu : Laboratoire GIPSA-lab (campus St Martin d'Hères)

Encadrant : Laurent Condat, chercheur CNRS à GIPSA-lab.

Contact : Laurent.Condat@gipsa-lab.grenoble-inp.fr

L'analyse et le développement de méthodes itératives d'**optimisation** a toujours été un domaine de recherche actif, mais cet engouement s'est accéléré ses dernières années. Les problèmes à grande échelle rencontrés en traitement du signal et des images, en vision, en apprentissage, attirent des chercheurs de renommée internationale, aux croisées des mathématiques appliquées et de l'informatique. Une classe de problèmes ayant un intérêt particulier est la suivante :

$$\underset{x \in \mathbb{R}^N}{\text{minimiser}} \psi(x) = \sum_{i=1}^m F_i(L_i x),$$

où N est (très) grand, les fonctions F_i sont **convexes** mais non nécessairement différentiables, et les L_i sont des opérateurs linéaires. Les algorithmes de décomposition ou éclatement (*splitting*) utilisent les propriétés individuelles des fonctions F_i , typiquement par des appels à leurs gradients ou leurs opérateurs **proximaux**. Ces dernières années, de nouveaux algorithmes ont été proposés (dont un par l'encadrant qui travaille dans ce domaine, voir l'article disponible en ligne intitulé "Un nouvel algorithme proximal pour l'optimisation convexe non lisse") permettant de résoudre une classe toujours plus large de problèmes, aux multiples applications concrètes.

Cependant, même si la convergence des algorithmes est prouvée, leur **vitesse de convergence** (par exemple au sens de la décroissance de la fonction coût ψ en fonction du nombre d'itérations) sont restées peu étudiées et demeurent mal comprises. Il s'agit néanmoins d'un problème actuel, et l'impact théorique et pratique des travaux dans ce domaine est immense.

Ce stage vise à effectuer une revue/synthèse des résultats récents de vitesses de convergence présentés dans la littérature et à obtenir de nouveaux résultats pour des cas simples. La correspondance des vitesses théoriques avec ce qui est observé en pratique sera confirmée par des tests et comparaisons en Matlab de méthodes sur des problèmes classiques de **traitement d'images** (débruitage, déconvolution, interpolation...).

La finalité de ce stage est une poursuite en thèse, visant à obtenir de nouveaux résultats de vitesse et à les exploiter pour proposer des **accélérations** des méthodes.



À gauche, image floue, matricée par le filtre de Bayer, bruitée, représentative de ce qui est délivré par les capteurs des appareils photo numériques. À droite, image reconstruite en résolvant le problème inverse régularisé par variation totale. On sait résoudre ce type de problèmes, mais on aimerait avoir des algorithmes plus rapides.