
Reconstruction hyperspectrale infrarouge à partir d'imagerie large bande du JWST

Amine Hadj-Youcef , François Orioux*¹, Alain Abergel², and Aurélia Fraysse

¹Laboratoire des signaux et systèmes – Université Paris-Sud - Paris 11, CentraleSupélec, Centre National de la Recherche Scientifique – France

²Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS Orsay) – Université Paris-Sud - Paris 11, Institut national des sciences de l'Univers, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR8617, Institut national des sciences de l'Univers, Institut national des sciences de l'Univers, Institut national des sciences de l'Univers – France

Résumé

Le JWST sera à partir de 2021 le télescope spatial plus ambitieux jamais lancé : plus grand miroir primaire (6.5 m), meilleures résolution spatiale et sensibilité du visible à l'infrarouge (domaine spectral: 0,6 à 28 microns) et combinaison unique d'imageurs multi-spectraux et de spectromètres.

Les images multi-spectrales dégradent les objets observés, d'une part par la convolution spatiale de l'objet d'intérêt avec la réponse optique (ou PSF) qui dépend de la longueur d'onde (diffraction), d'autre part par l'intégration spectrale sur des larges bandes spectrales.

La reconstruction de l'objet original $2D+\lambda$ observé, hyperspectral par nature, est un problème mal posé en raison de ce manque important d'informations. Pour résoudre ce problème, nous proposons une approche qui repose sur 1) un modèle de l'instrument modélisant la convolution et l'intégration spatiale 2) un modèle de mélange spectrale linéaire pour l'objet et 3) l'utilisation conjointe de plusieurs images aux longueurs d'onde effectives différentes.

Nous nous reposons sur les approches classiques des problèmes inverses en formalisant une approche variationnelle où la solution est définie comme le minimiseur d'un critère composite combinant un terme d'attache aux données et un terme de régularité convexe sur la distribution spatiale. Nous proposons un algorithme rapide reposant sur un algorithme semi-quadratique et une inversion explicite de la matrice hessienne malgré le caractère non strictement convolutif du modèle direct.

Nous montrerons des résultats de reconstructions obtenus avec neuf images multi-spectrales, simulées avec le modèle proposé de l'imageur de MIRI/JWST, et qui se comparent favorablement aux méthodes standards. L'objet hyperspectral $2D+\lambda$ reconstruit présente une information spectrale sans commune mesure avec les images de départ. Il est de plus débruité et déconvolué identiquement sur la totalité des longueurs d'onde. L'algorithme écrit en python prend environ 20 secondes pour neuf images de 512 pixels de côté sur un ordinateur portable standard.

*Intervenant