
Fiche de proposition de stage en traitement d'images

Nom de l'entreprise : Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives

Adresse : CEA-DASE, Bruyères-le-Châtel, 91297 Arpajon Cedex

Nom des tuteurs : Rodolphe MARION

Email : rodolphe.marion@cea.fr

Téléphone : 01.69.26.40.00

Lieu de travail : Bruyères-le-Châtel, Département Analyse et Surveillance de l'Environnement

Rattachement hiérarchique : Jean-Michel LAGRANGE

Durée : 4 à 6 mois (**réponse impérative 4 mois avant le début du stage**)

Détection/identification des minéraux industriels et miniers par imagerie hyperspectrale

Les roches et minéraux industriels et les métaux provenant de l'exploitation des carrières et des mines sont utilisés en quantités importantes par le secteur industriel. L'extraction des minerais, ainsi que leur transformation et leur utilisation au sein d'usines, sont à l'origine d'importantes quantités de déchets et de rejets, en particulier des rejets liquides et solides. Ceux-ci ont un impact direct sur l'environnement et la santé. La caractérisation de ces rejets constitue donc un enjeu majeur en termes de suivi de la qualité des sols et des eaux. Dans le cadre de la surveillance environnementale, il est alors nécessaire d'étudier les sols autour des sites d'intérêt (carrières, mines, usines) à la recherche de minéraux marqueurs des éléments utilisés dans le procédé industriel ou résultant de celui-ci (carbonates, sulfates, oxydes et hydroxydes de fer, nitrates, phosphates, etc.).

La télédétection hyperspectrale (spectro-imagerie) fait partie des nouveaux outils disponibles pouvant contribuer à l'identification, la localisation et la cartographie à distance des minéraux marqueurs des contaminants. Plusieurs méthodes exploitant l'imagerie hyperspectrale existent dans la littérature.

Notre laboratoire développe actuellement une méthode basée sur l'approche MGM (Modèle Gaussien Modifié) pour identifier les minéraux marqueurs. Elle permet, à partir de la déconvolution des spectres en une somme de gaussiennes et d'un continuum, de localiser la position des absorptions spécifiques, d'estimer leur profondeur et leur forme et de calculer un continuum dont les caractéristiques peuvent être dans certains cas reliées aux propriétés physiques de la surface (granulométrie, humidité). Une forme gaussienne pour les absorptions est utilisée dans le VNIR (Visible and Near-InfraRed, gamme spectrale [0,4-1,0 μ m]). Dans le SWIR (Short-Wave InfraRed, gamme spectrale [1,0-2,5 μ m]), le modèle EGO (Exponential Gaussian Optimization) permet de prendre en compte l'asymétrie et la saturation des absorptions. Une fois les paramètres des absorptions estimés, une procédure permet de les comparer à ceux de minéraux contenus dans une base de données pour réaliser l'identification.

L'objectif du stage est d'une part d'améliorer/étendre la méthode et d'autre part d'évaluer ses performances dans des situations réelles (utilisation opérationnelle).

Les améliorations/extensions de la méthode concernent principalement les points suivants :

- coupler l'identification dans le VNIR à celle dans le SWIR, ce qui est indispensable pour identifier convenablement certains minéraux ;
- gérer les mélanges spectraux pour la détection/identification (plusieurs minéraux au sein d'un même pixel). Pour cela, après l'identification du minéral prépondérant, il sera nécessaire de rechercher des absorptions diagnostiques de moindre intensité dans le spectre de réflectance ;
- étendre la méthode fonctionnant actuellement pour les roches et minéraux industriels au cas des minéraux miniers et implémenter les critères d'identification correspondants.

Ces modifications de la méthode seront implémentées et testées sur des spectres de terrain et de laboratoire dont la minéralogie est connue. Ensuite, des images hyperspectrales aéroportées et satellitaires, pour lesquelles des vérités terrain existent, seront utilisées pour démontrer l'apport opérationnel de la méthode et statuer sur ses performances. Enfin, les algorithmes développés seront intégrés au sein d'un outil à vocation opérationnelle en cours de développement au laboratoire.

Profil : étudiant en dernière année d'école d'ingénieur, en M2 ou en année de césure, spécialisé en mathématiques appliquées au traitement d'images et de signaux. Les développements seront principalement effectués sous IDL (langage matriciel proche de Matlab) équipé du module d'environnement ENVI. La programmation ne doit donc pas être un obstacle pour le candidat.