



Thèse en traitement des images pour les applications environnementales

Sujet :

Caractérisation des milieux industriels et miniers par imagerie hyperspectrale – Apport d'une approche basée sur la déconvolution spectrale.

Contexte :

Les minéraux industriels et miniers provenant de l'exploitation des carrières et des mines sont utilisés en quantités importantes par le secteur industriel. Leur extraction, 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 solides. Dans le cadre de la surveillance environnementale, il est alors nécessaire d'étudier les sols autour de sites d'intérêt à la recherche de minéraux marqueurs des éléments utilisés dans le procédé industriel ou résultant de celui-ci. La télédétection hyperspectrale dans le domaine $[0,4-2,5 \mu\text{m}]$ fait partie des nouveaux outils disponibles pouvant contribuer à l'identification, la localisation et la cartographie à distance des minéraux marqueurs. Notre laboratoire développe actuellement une méthode de déconvolution spectrale basée sur l'approche MGM (Modèle Gaussien Modifié) pour identifier les minéraux marqueurs. Elle permet, à partir de la modélisation 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. 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.

Objectif de la thèse :

L'objectif de cette thèse est de compléter, optimiser et évaluer cette méthode pour une utilisation dans un contexte opérationnel.

Déroulement de la thèse :

Pour cela, la thèse s'articulera autour des trois points principaux suivants :

Amélioration de l'algorithme de déconvolution spectrale. Il s'agira dans un premier temps de compléter la base de données des caractéristiques spectrales des minéraux (positions, largeurs, profondeurs des absorptions) et d'adapter les critères de sélection correspondants, afin de couvrir les contextes variés d'intérêt pour le CEA. Ce travail s'appuiera à la fois sur des éléments de bibliographie ainsi que sur l'analyse de spectres de terrain et de laboratoire pour lesquels des caractérisations géochimiques auront été réalisées. L'algorithme sera ensuite amélioré en optimisant la méthode d'identification.

Etude de sensibilité aux facteurs perturbants. L'algorithme permet de déterminer les caractéristiques des absorptions spécifiques nécessaires à l'identification des minéraux marqueurs. Cependant, ces caractéristiques spectrales peuvent être modifiées par des facteurs externes tels que l'humidité de surface, la granulométrie, les mélanges de plusieurs constituants, etc. pouvant conduire à des erreurs dans l'estimation des caractéristiques des absorptions et donc à des erreurs d'identification. Dans un deuxième temps, il s'agira, d'une part, d'évaluer l'impact de ces facteurs externes sur les performances de la méthode (études de sensibilité, quantification des erreurs, évaluations en environnement contrôlé) et, d'autre part, d'étudier la possibilité de prendre en compte ces facteurs lors de l'inversion pour améliorer la robustesse de la méthode.

Application sur des images hyperspectrales réelles. La méthode sera testée sur des images hyperspectrales aéroportées et satellitaires acquises sur des sites d'intérêt pour lesquels des vérités terrain sont disponibles. Il conviendra enfin d'évaluer si l'algorithme développé peut être intégré au sein d'un outil à vocation opérationnelle avec un accent particulier mis sur l'optimisation du temps de calcul.

Contact : Rodolphe MARION (rodolphe.marion@cea.fr / 01 69 26 40 00)