

Résumé

Le domaine d'étude de notre recherche est le traitement numérique d'images satellitaires. Ce traitement, qui consiste en une analyse spectrale, spatiale et temporelle des données, est effectué à travers des approches de fusion et de classification dont le domaine d'application est la cartographie thématique.

Les technologies spatiales sont en perpétuelle évolution, permettant la mise au point de satellites d'observation de la Terre de plus en plus performants, fournissant des images de plus en plus diversifiées et abondantes. La diffusion accélérée de ces images et l'augmentation de la puissance des machines de calcul, contribuent de façon continue à promouvoir de nouvelles méthodes d'exploitation et d'utilisation de ces données.

Dans ce contexte, nos travaux de recherche portent sur la contribution au développement de méthodologies, permettant par différentes approches, de combiner au mieux l'ensemble des données images afin d'exploiter la richesse de leur contenu informationnel. Le but visé est une meilleure caractérisation et identification des objets au sol, mais aussi le suivi de l'évolution temporelle de l'état de surface. Ces méthodologies sont basées sur les approches de fusion et de classification contextuelles des images satellitaires. Nous avons utilisé le terme contextuel pour désigner la combinaison des trois attributs principaux qui caractérisent le contexte du pixel, à savoir : l'attribut spectral, l'attribut spatial et l'attribut temporel.

Ainsi, nous avons consacré la première partie de nos travaux aux approches de fusion et de classification basées sur des concepts et des théories mathématiques robustes. Nous avons abordé en premier lieu, l'approche probabiliste basée sur la théorie des probabilités associée à la théorie bayésienne de décision. Cette approche fait appel à la modélisation markovienne lorsqu'il s'agit d'intégrer le contexte spatial ou/et temporel dans le processus de classification. En second lieu, et dû au fait que la théorie des probabilités n'offre pas de moyens pour raisonner avec des grandeurs imprécises, nous nous sommes tournés vers l'approche évidentielle basée sur la théorie des croyances de Dempster-Shafer (DST). La DST modélise l'ignorance et l'information manquante, c'est-à-dire, l'imprécision et l'incertitude liées aux données. Grâce au cadre théorique formel qu'offre ces théories, nous avons mis en œuvre différentes méthodologies de fusion de données multi-capteurs et multi-dates. Dans cette partie, notre contribution a porté essentiellement, sur la généralisation du modèle de transfert d'Appriou pour l'estimation des fonctions de masse évidentielles, et aussi sur la proposition d'une méthode de décomposition des classes composées multi-dates pour la génération de la carte de changements évidentielle.

Généralement, la faisabilité et l'efficacité des approches mathématiques sont dépendantes d'un certain nombre d'hypothèses et de contraintes liées principalement à la forme distributionnelle des données à combiner. De ce fait, de nouvelles approches auto-adaptatives qui s'ajustent à tout type de données (multi-capteurs, multi-dates, données auxiliaires, etc.) ont émergé. Ces approches, appelées « métaheuristiques », sont pour la plupart inspirées de comportements intelligents observés dans la nature. Ainsi, la deuxième partie de nos travaux, a été orientée vers les approches heuristiques biomimétiques inspirées du monde biologique. Nous avons donc, abordé le nouvel axe de recherche que représente l'intelligence artificielle pour d'abord, découvrir les classificateurs biomimétiques qu'elle propose, et ensuite les adapter aux images satellitaires. Dans cette partie, nous avons étudié et développé dans un premier temps, les approches inspirées des mécanismes biologiques des vivants. Nous nous sommes focalisés sur les algorithmes évolutionnaires inspirés du principe fondamental de la sélection naturelle, ainsi que le système immunitaire artificiel inspiré des mécanismes de l'immunologie. Dans un second temps, nous avons porté notre attention sur les approches inspirées du principe d'auto-organisation observé dans les sociétés naturelles, en particulier, dans une colonie de fourmis pour le tri du couvain et chez les oiseaux migrateurs pour leur déplacement dans un essaim harmonieux et stable. La modélisation de ces deux phénomènes a donné naissance à deux algorithmes que nous avons développés et mis en œuvre : l'algorithme des fourmis artificielles et l'algorithme à essaims de particules. Dans cette partie, notre contribution se situe à plusieurs niveaux de chaque métaheuristique. Nous retenons, en particulier, la proposition de notre propre adaptation de la programmation génétique et de l'algorithme des fourmis, pour la classification des images multispectrales.

Ces différentes méthodologies ont été testées sur des images satellitaires multispectrales, multi-capteurs et multi-dates, couvrant le milieu urbain et périurbain situé au Nord-Est de la ville d'Alger. Le processus d'évaluation qualitatif et quantitatif que nous avons mené, nous a permis de mettre en évidence, les avantages et les inconvénients de chaque méthodologie.