

THESE
présentée à
l'UNIVERSITÉ DE MARNE-LA-VALLÉE
pour obtenir
le grade de DOCTEUR
discipline : Sciences de l'Information Géographique
par

M. Yoann CHAMBENOIT

Soutenue le 14 décembre 2004

*Approches interactives pour l'analyse
des images RSO multi-temporelles*

Préparée au laboratoire de géomatériaux et encadrée par : M. Jean-Paul RUDANT
Co-encadrée au Laboratoire d'Informatique Système
Traitement de l'Information et de la Connaissance par : M. Emmanuel TROUVÉ

COMPOSITION DU JURY

M. Kacem CHEHDI	Rapporteur
M. Jean-Paul DEROIN	Rapporteur
M. Jérôme BRUNIQUEL	Examineur
M. Jean-Paul RUDANT	Directeur de thèse
M. Emmanuel TROUVÉ	Codirecteur de thèse

Conclusions et Perspectives

Les travaux présentés dans cette thèse s'articulent autour de deux axes principaux : d'une part l'évaluation et la comparaison de méthodes de filtrage multi-temporel appliqué à des images RSO, et d'autre part la recherche et le suivi de structures dans une pile d'images RSO. Cette thèse a fortement été influencée par le "double environnement" de recherche sur l'analyse des données RSO multi-temporelles provenant de la communauté géosciences utilisatrice de données RSO au sein de l'équipe "Téledétection" du Laboratoire Géomatériaux de l'Université de Marne-La-Vallée, et de la communauté traitement du signal et images sur les aspects méthodologiques au sein de l'équipe "logiciels et traitement de l'information" du Laboratoire d'Informatique Système Traitement de l'Information et de la Connaissance de l'Université de Savoie.

Nous avons présenté, dans le chapitre 5, une démarche originale en terme d'évaluation de performances de filtres de données RSO. En effet, lors de l'analyse de données, l'utilisateur se retrouve souvent confronté à deux choix successifs. La première alternative qui se présente à lui consiste à filtrer ou non les données en sa possession. La seconde, s'il a fait le choix de filtrer ses images, consiste à déterminer la technique de filtrage à appliquer. Plusieurs approches du filtrage se présentent alors à lui. Ces méthodes présentent chacune leur spécificité et selon le domaine d'application, l'utilisateur pourra préférer l'une d'entre elle par rapport à ses propres critères applicatifs. Les méthodes de filtrage purement spatiales ont été les premières créées et apparaissent moins robustes que les méthodes utilisant l'information temporelle par rapport aux évaluations que nous avons menées durant ces travaux. Ces évaluations couplent les habituels critères statistiques que sont la réduction du bruit, la préservation de la radiométrie moyenne ou la préservation de l'information spatiale à un nouveau critère statistique, la préservation de l'information temporelle et à des critères basés sur l'interprétation visuelle des images. Ainsi, selon l'utilisation que le thématicien veut faire de ses données, il peut s'orienter de manière préférentielle vers une des méthodes de filtrage multi-temporel dont nous avons étudié les performances. Cette approche duale entre des critères classiques et des critères liés à la photo-interprétation a donné satisfaction quant aux évaluations des différents filtres.

Dans le chapitre 6, nous avons étendu une méthode de segmentation interactive par contours actifs aux données multi-temporelles. A partir de la connaissance a priori qu'a le photo-interprète des phénomènes étudiés, celui-ci va pouvoir s'orienter vers une méthode de fusion de l'information

temporelle au niveau des données, des caractéristiques, ou proche de la prise de décision. Dans le cas d'une fusion d'informations proche du niveau de la prise de décision, une nouvelle approche interactive a été développée. Celle-ci consiste à introduire une contrainte temporelle qui permet de prendre en compte l'information issue des dates les plus proches dans un positionnement simultané des contours dans chaque image de la pile. Cette nouvelle approche a été complétée par différentes stratégies de propagation de l'initialisation et une stratégie de balayage en "quinconce spatio-temporel". La méthode proposée limite la tâche du photo-interprète à une initialisation rapide dans une seule image. Les résultats obtenus sur des déplacements synthétiques sur une série d'images ERS montrent une certaine robustesse lorsque les déplacements sont suffisamment bien "échantillonnés" temporellement.

L'approche proposée dans le chapitre 6 a été appliquée dans le chapitre 7 pour le suivi de l'évolution côtière en Guyane. Dans ce chapitre, nous avons testé trois scénarios possibles portant sur la recherche de cette information sur les données multi-temporelles en notre possession. Ces trois scénarios sont :

- la recherche manuelle de l'information sur des données non-filtrées,
- l'utilisation d'un contour actif multi-date (multi-snake) sur des données non-filtrées,
- l'utilisation du multi-snake sur des données filtrées.

Les résultats obtenus grâce à une recherche automatisée sont comparables à ceux obtenus par une photo-interprétation manuelle réalisée avec soin dans chaque image de la pile.

Deux extensions sont envisageables dans un futur proche. La première consiste à rechercher automatiquement dans la pile d'images si l'objet que l'on souhaite retrouver est une structure stable ou non, puis guider l'utilisateur vers la méthode la plus adaptée à la recherche de l'objet qu'il souhaite retrouver. La seconde extension possible à cette segmentation par contours actifs serait d'effectuer une approche de segmentation duale, c'est à dire une approche région à partir de germes initialisés manuellement. Cela peut s'effectuer par exemple en utilisant une croissance de région multi-temporelle telle que celle proposée par Ciuc pour le filtrage [13]. Une application de cette segmentation peut être la recherche de petites zones géographiques de radiométrie à peu près constante et présentant un contraste avec les régions voisines telles que par exemple les zones d'abatis en Guyane Française [8].

Jusqu'à présent, nous sommes limités dans les domaines d'applications à des déplacements décimétriques, en raison de la résolution des capteurs actuels. D'ici deux ans, RADARSAT-2 et ALOS fourniront des données possédant des résolutions de 3 m. Ces nouveaux capteurs vont permettre d'étendre les domaines d'étude à des objets de taille nettement moins importante et ouvre ainsi de nouvelles perspectives d'applications. Un autre axe de recherche sera fourni avec PALSAR dont la longueur d'onde en bande L (25 cm) permettra de pénétrer différemment la canopée et de ce fait de suivre différents types d'objets. Les travaux de filtrage et de suivi multi-temporel inclueront alors une "quatrième" dimension liée aux données multi-polarisations et/ou multi-fréquences.