

Filtrage interférométrique par diffusion anisotrope et détection des sauts de phases par contours actifs

Caroline LACOMBE

Université de Nice, Laboratoire J-A. Dieudonné, UMR C.N.R.S. 6621

Parmi les nombreuses applications de l'imagerie satellitaire, l'interférométrie réalisée à partir de radar à synthèse d'ouverture (RSO) a suscité un intérêt croissant ces dernières années, notamment pour faire des mesures topographiques. Ce processus utilise la différence de phases entre deux images RSO de la même scène, obtenues avec deux angles de vue très proches, pour estimer la hauteur du terrain. Le produit interférométrique fournit une image de cohérence et une image de phase, appelée interférogramme, qui contient seulement des informations liées à la topographie. L'interférogramme est formé de franges représentant la phase repliée, notée φ_m , et mesurée modulo 2π . L'intensité en chaque pixel représente donc la valeur principale de la phase déroulée. Pour reconstruire la géométrie en chaque point de l'image, il faut donc retrouver la phase φ . C'est l'étape du déroulement de phase, qui consiste à estimer le nombre de cycles $k(x, y) \in \mathbb{Z}$ en chaque point (x, y) de l'image, tel que :

$$\varphi(x, y) = \varphi_m(x, y) + 2k(x, y)\pi, \text{ où } \varphi_m(x, y) \in [-\pi, \pi[$$

Peu de mathématiciens se sont intéressés au domaine de l'interférométrie radar satellitaire. C'est cette constatation qui a motivé notre recherche. Nous voulons modéliser par des méthodes variationnelles le déroulement de franges interférométriques pour une ultérieure reconstruction tridimensionnelle du terrain observé.

- Une des difficultés de l'étape de déroulement provient du haut niveau de bruit introduit dans la phase enroulée, ce qui induit des erreurs dans la mesure de la hauteur. C'est pour cela que nous filtrons les images interférométriques avant de les dérouler.

Plusieurs filtres ont été proposés ces dernières années, néanmoins ils ne sont pas adaptés aux variations locales du bruit. Parmi les méthodes de filtrage, nous nous intéressons particulièrement au filtre adaptatif au bruit proposé par J.S. Lee et al. qui essaie de préserver les gradients de phase et réduit le bruit de phase en fonction de la cohérence.

Nous proposons une solution au traitement du bruit par la prise en compte de l'information issue du produit interférométrique, formé de l'image de cohérence elle-même bruitée ρ_0 et de l'interférogramme φ_m pour développer en deux étapes un modèle variationnel permettant d'adapter un processus de restauration anisotrope aux images interférométriques.

- La 1^{ère} étape commence par filtrer l'image de cohérence ρ_0 en utilisant les équations de Perona-Malik.
- La 2nde étape filtre l'interférogramme en tenant compte de la structure des franges et du modèle de bruit spécifique à ce type d'images. Il est proposé une équation parabolique mettant en jeu un tenseur de diffusion $D(\cdot)$ que nous adaptons à ce type d'image de façon à ne permettre un lissage uniquement dans la direction des franges.

Nous présenterons des résultats numériques sur des images réelles qui illustreront l'efficacité de cette approche, et nous montrons que notre modèle formalise les précédents travaux concernant le filtrage interférométrique.

- Nous avons proposé une méthode variationnelle pour le déroulement 1D, et nous avons constaté que la connaissance de l'emplacement des discontinuités apparaît comme étant la clé du déroulement de phase. Dans le cas réel, ces discontinuités deviennent des courbes. L'objectif est donc de segmenter l'interférogramme filtré (obtenu précédemment) c'est-à-dire déterminer les contours correspondant aux bords des franges.

Nous utilisons une formulation par ensembles de niveaux permettant de faire évoluer les contours actifs tout en gérant les changements de topologie des courbes. Rappelons que la prise en compte de la structure très particulière des images interférométriques est importante. Nous définissons alors un nouveau descripteur de contours, \mathcal{D}_c , dont la particularité est de prendre en compte les variations locales des orientations du gradient. Il s'ensuit une nouvelle fonction d'arrêt notée $G(\mathcal{D}_c)$. Puis nous proposons un modèle de détection de contours s'inspirant des EDP classiques des contours actifs en incorporant les informations obtenues via le tenseur de structure introduit par Weickert. Nous présenterons des résultats sur des images synthétiques et sur des images réelles.