

(<http://siseo.univ-savoie.fr/>) (<https://www.univ-grenoble-alpes.fr/>)

Candidater

Retour



(<http://siseo.univ-savoie.fr/>)

APPRENTISSAGE STATISTIQUE DES SÉRIES TEMPORELLES DE CHAMPS DE DÉPLACEMENT ET INTÉGRATION DANS UN SYSTÈME D'ASSIMILATION DE DONNÉES

INFORMATIONS CLÉS





(/as/ed/voirproposition.pl?print=oui&matricule_prop=25324)

Établissement Communauté Université Grenoble Alpes (<https://doctorat.univ-grenoble-alpes.fr/>)

École doctorale SISEO - Sciences et Ingénierie des Systèmes de l'Environnement et des Organisations (<http://siseo.univ-savoie.fr/>)

Spécialité Doctorat Sciences de l'Information et de la Communication

Unité de recherche Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitements de l'Information et de la Connaissance (<http://www.polytech.univ-savoie.fr/index.php?id=577&L=0>)

Directeur de la thèse Guillaume GINOLHAC  (<mailto:guillaume.ginolhac@univ-savoie.fr>) **Co-Encadrant** Yajing YAN  (<mailto:yan.yajing@univ-smb.fr>)

Financement du 01-10-2019 au 30-09-2022

Concours pour un contrat doctoral

Début de la thèse le 1 octobre 2019

 Version Française

 English Version

Apprentissage statistique des séries temporelles de champs de déplacement et intégration dans un système d'assimilation de données

Profil et compétences recherchées

Le candidat devra avoir des bonnes connaissances et des compétences solides en mathématique et en statistique. La compétence en programmation (python, C ou matlab) est également nécessaire. Des connaissances en imagerie SAR sont appréciées.

Présentation détaillée du projet doctoral

L'assimilation de données est une méthode qui combine un modèle dynamique et les observations au présent et dans le passé en s'appuyant sur les statistiques des erreurs.

Elle permet de prédire l'état futur du système observé, et elle est connue comme importante en prévention de risques liés aux déformations terrestres. Cependant, la nécessité d'un modèle dynamique limite l'application de l'assimilation de données pour certaines cibles où aucun modèle n'est disponible. D'autre part, avec la disponibilité croissante des images satellitaires SAR pour la mesure de déplacement, l'apprentissage automatique de données ouvre de nouvelles perspectives. Dans cette thèse, nous proposons d'étudier 3 méthodes d'apprentissage automatique et plus particulièrement dans le domaine statistique : comportement aléatoire spatio-temporel, comportement analogue et utilisation des statistiques robustes. Ces méthodes doivent permettre d'extraire les caractéristiques spatio-temporelles du champ de déplacement étudié. Puis, ce champ de déplacement sera utilisé comme modèle dynamique dans un système d'assimilation de données pour prédire l'état futur du système observé. Les méthodes proposées seront testées sur des jeux de données SAR qui mesurent les champs de déplacement des glaciers alpins.

Contexte

L'assimilation de données est une méthode qui combine un modèle dynamique et les observations au présent et dans le passé en s'appuyant sur les statistiques des erreurs. Elle permet de prédire l'état futur du système observé, elle est par exemple couramment utilisée en prédiction météorologique. Ces dernières années, l'assimilation de données a été utilisée en mesure du déplacement terrestre, notamment en volcanologie où elle est exploitée pour prédire l'évolution temporelle d'une chambre magmatique, puis prédire les risques associés aux éruptions volcaniques (Bato et al. 2017, 2018). L'application de l'assimilation de données nécessite un modèle dynamique qui décrit le phénomène observé avec une incertitude appropriée. Cependant, un tel modèle n'est pas toujours disponible pour tous les phénomènes observés à cause de la difficulté de modéliser un processus complexe et/ou du manque de connaissances suffisantes du phénomène. Ceci limite l'application de l'assimilation de données pour la surveillance de certaines cibles qui présentent un risque, par exemple l'écoulement d'un glacier dont la modélisation est trop complexe. Mais à la place du modèle, nous disposons d'un ensemble important de données. Par exemple les images satellitaires SAR (Synthetic Aperture Radar) sont devenues aujourd'hui un outil prédominant en mesure du déplacement grâce à la grande couverture spatiale et à la très bonne résolution de ces images. Avec cette disponibilité croissante d'images SAR en particulier suite aux lancements des satellites Sentinel-1 et une capacité de calcul informatique augmentant continuellement, les méthodes basées sur l'apprentissage automatique des données ouvrent de nouvelles perspectives en mesure du déplacement.

En effet, pour l'assimilation de données en mesure de déplacement, le modèle physique qui décrit la source et le mécanisme de la déformation n'est pas obligatoire. Un modèle statistique qui caractérise l'évolution spatio-temporelle du champ de déplacement étudié semble suffisant. Dans ce cas, l'apprentissage automatique basé sur un modèle statistique des données permet d'obtenir des informations importantes pour l'estimation des caractéristiques spatio-temporelles du champ de déplacement étudié. De ce fait, l'assimilation de données devient possible pour des phénomènes pour lesquels aucun modèle physique n'est disponible.

Dans cette thèse, dans un premier temps, nous proposons d'étudier 3 modélisations statistiques des données afin d'extraire les caractéristiques spatio-temporelles du champ de déplacement en exploitant :

- 1) des modèles d'effet aléatoire spatio-temporel qui décomposent un déplacement spatio-temporel en tendance globale déterministe, variations spatiales locales et variations spatiales de petite échelle (Katzfuss and Cressie, 2011, Liu et al. 2019)
- 2) des méthodes d'analogie qui cherchent les analogues au déplacement observé dans un catalogue et exploitent la similarité entre le déplacement observé et ses analogues (Fablet et al. 2017, Lguensat et al. 2017)
- 3) ou en utilisant la modélisation des statistiques robustes. Dans ce cadre, la matrice de covariance de la série temporelle doit permettre de caractériser la nature spatiotemporelle du déplacement observé (Ollila et al. 2012, Pascal et al. 2014, Breloy et al. 2015, Sun et al. 2016).

Dans un second temps, nous proposons de réaliser un système d'assimilation de données en utilisant le modèle de déplacement obtenu précédemment. Le filtre de Kalman d'ensemble ou le filtre de particules sera utilisé comme méthode d'assimilation.

Le site étudié sera les glaciers alpins dans le Massif du Mont Blanc. Les données Sentinel-1 seront utilisées pour mesurer le déplacement de ces glaciers. Les enjeux de ces jeux de données peuvent être économiques (les glaciers sont aujourd'hui la source principale d'eau pour la production d'énergie hydroélectrique), archéologiques et touristiques. L'objectif de l'exploitation des séries temporelles de mesures de déplacement consiste à détecter des changements (e.g. ralentissement, accélération, changement de la limite entre glacier tempéré et glacier froid (collé à la roche), etc.) au cours du temps. L'intérêt de la mise en place d'un système d'assimilation de données se trouve donc sur la tentative de la prédiction des risques liés aux écoulements des glaciers.

Références bibliographiques

- R. Fablet, P.H. Viet and R. Lguensat, Data-driven models for the spatio-temporal interpolation of satellite-derived SST fields, *IEEE Transactions on Computational Imaging*, vol. 3, No 4, pp. 647-657, 2017.
- R. Lguensat, P. Tandeo, P. Ailliot, M. Pulido and R. Fablet, The analog data assimilation, *Monthly Weather Review*, vol. 145, No 10, pp. 4093-4107
- N. Liu, W.J. Dai, R. Santerre, J. Hu, Q. Shi and C.J. Yang, High spatio-temporal resolution deformation time series with the fusion of InSAR and GNSS data using spatio-temporal random effect model, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 57, No 1, pp.364-380
- M. Katzfuss and N. Cressie, Spatio-temporal smoothing and EM estimation for massive remote-sensing data sets, *Journal of Time Series Analysis*, vol. 32, pp. 430-446.
- Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., Jouanne F., Vandemeulebrouck J., 'Possible deep connection between volcanic systems evidenced by sequential assimilation of geodetic d', *Scientific Reports*, Nature Publishing Group, 2018, <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29811-x>
- Bato M.-G., Pinel V., Yan Y., 'Assimilation of Deformation Data for Eruption Forecasting: Potentiality Assessment Based on Syntheti', *Frontiers in Earth Science*, *Frontiers Media*, 2017, pp.doi: 10.3389/feart.2017.00048
- E Ollila, DE Tyler, V Koivunen, HV Poor, Complex elliptically symmetric distributions: Survey, new results and applications, *IEEE Transactions on signal processing* 60 (11), 5597- 5625, 2012
- F. Pascal, Y. Chitour, Generalized Robust Shrinkage Estimator and Its Application to STAP Detection Problem, *IEEE Transactions on Signal Processing*, 62 (21), pp.5640 – 5651, 2014
- A. Breloy, G. Ginolhac, F. Pascal, and P. Forster, "Clutter subspace estimation in low rank heterogeneous noise context," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 63, no. 9, pp. 2173–2182, May 2015
- Y Sun, A Breloy, P Babu, DP Palomar, F Pascal, G Ginolhac, Low-complexity algorithms for low rank clutter parameters estimation in radar systems, *IEEE Transactions on Signal Processing* 64 (8), 1986-1998, 2016

Complément sur le sujet

https://www.siseo.univ-smb.fr/pdf_2019-adr-listic-ginolhac/ (https://www.siseo.univ-smb.fr/pdf_2019-adr-listic-ginolhac/)

Dernière mise à jour le 1 avril 2019

Candidater

Retour