

Etat de l'art des méthodes d'estimation jointe des covariances d'erreurs Q et R

Pierre Tandeo, Pierre Ailliot, Marc Bocquet, Alberto Carrassi, Takemasa Miyoshi, Manuel Pulido

Les méthodes d'assimilation de données ont pour but d'estimer l'état caché d'un système conditionnellement à des prédictions d'un modèle dynamique et à des observations partielles et bruitées. Or, les prédictions comme les observations sont entachées d'incertitudes. La façon usuelle de modéliser celles-ci est de supposer que les erreurs du modèle et des observations sont additives et Gaussiennes, paramétrées par des covariances notées Q et R. L'estimation jointe de ces covariances constitue un problème majeur.

Nous recensons ici les méthodes qui ont été proposées dans la communauté de l'assimilation de données pour répondre à ce problème d'estimation jointe de Q et R. Pour cela, nous présentons deux grandes familles d'approches. La première est basée sur la caractérisation de l'innovation avec l'étude des statistiques d'innovations dans l'espace des observations (Desroziers et al. 2005) ou à différents temps consécutifs (Berry and Sauer 2013). La deuxième est basée sur la vraisemblance avec des approches bayésiennes (Stroud et al. 2018) ou utilisant la méthode du maximum de vraisemblance (Dreano et al. 2017).

Nous comparons les différents algorithmes d'estimation jointe de Q et R sur un modèle jouet (Lorenz 96). Nous listons les avantages et inconvénients de ces différentes approches et discutons les complexités algorithmiques et la convergence. Nous présentons également un code Python libre permettant de tester les différentes méthodes.

Références :

- Desroziers, G., Berre, L., Chapnik, B., & Poli, P. (2005). Diagnosis of observation, background and analysis-error statistics in observation space. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 131(613), 3385-3396.
- Berry, T., & Sauer, T. (2013). Adaptive ensemble Kalman filtering of non-linear systems. *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, 65(1), 20331.
- Stroud, J. R., Katzfuss, M., & Wikle, C. K. (2018). A Bayesian adaptive ensemble Kalman filter for sequential state and parameter estimation. *Monthly Weather Review*, 146(1), 373-386.
- Dreano, D., Tandeo, P., Pulido, M., Ait-El-Fquih, B., Chonavel, T., & Hoteit, I. (2017). Estimating model-error covariances in nonlinear state-space models using Kalman smoothing and the expectation-maximization algorithm. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 143(705), 1877-1885.