

OPTIMIZACIÓN DE PARAMETRIZACIONES ESTOCÁSTICAS UTILIZANDO ASIMILACIÓN DE DATOS

Guillermo F. SCHEFFLER^{1,3}, Juan J. RUIZ¹ y Manuel A. PULIDO²
guillermo.scheffler@cima.fcen.uba.ar

¹ Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA)

² Departamento de Física (FACENA-UNNE),

³ Departamento de Matemática (FACENA-UNNE)

RESUMEN

Las parametrizaciones estocásticas se han utilizado con éxito para representar la incertidumbre asociada con las parametrizaciones de los procesos de escala no resuelta en los modelos numéricos en el contexto de los pronósticos por ensambles y la asimilación de datos. Dichas parametrizaciones deben ser desarrolladas para que describan adecuadamente la magnitud de la incertidumbre asociada a los pronósticos numéricos. En este trabajo se discute una técnica basada en filtros de Kalman por ensambles anidados que permite optimizar dichas parametrizaciones estocásticas en el contexto de un sistema de asimilación de datos.

ABSTRACT

Stochastic parameterization has been successfully used to represent the uncertainty associated with the parametrization of unresolved scale processes for ensemble forecasting and data assimilation systems. In order to accurately describe the uncertainty associated with numerical predictions these parameterizations have to be optimized. In this work a new technique based on nested ensemble Kalman filters for the optimization of stochastic parametrizations for data assimilation applications is introduced.

Palabras clave: parametrizaciones estocásticas, asimilación de datos, estimación de parámetros

1. INTRODUCCIÓN

Un correcta estimación de la incertidumbre vinculada a los pronósticos numéricos del tiempo es uno de los objetivos centrales de los pronósticos por ensambles y de los sistemas de asimilación de datos. En el contexto de los pronósticos por ensambles y la asimilación de datos existen diversas técnicas para el tratamiento de los errores de modelo entre las que se cuentan las técnicas de inflación aditivas y multiplicativas, los ensambles multi parámetros, multi-parametrizaciones y multimodelos, las parametrizaciones estocásticas (las cuales pueden ser aditivas o multiplicativas) y el Stochastic Kinetic Energy Backscatter (SKEB) (Ha et al. 2015). En las parametrizaciones estocásticas, se perturban las tendencias de las variables atmosféricas calculadas por las parametrizaciones de los procesos de escala no resuelta introduciendo un forzante estocástico. La presencia del forzante estocástico implica que frente a un mismo forzante de gran escala, la parametrización puede generar respuestas diferentes y que dos simulaciones inicializadas con idénticas condiciones iniciales pueden evolucionar en forma diferente.

Para que una parametrización estocástica produzca buenos resultados, es necesario que las propiedades estadísticas del forzante estocástico representen adecuadamente el nivel de incertidumbre asociado a la parametrización de los procesos de menor escala. Dichas propiedades consisten por ejemplo en la amplitud del forzante estocástico y en su suavidad espacial y temporal.

Las técnicas de asimilación de datos permiten optimizar parámetros asociados a las parametrizaciones en los modelos numéricos (e.g. Pulido et al. 2016), no obstante, estas técnicas no dan resultado en el caso de parámetros asociados a forzantes estocásticos (Yang y Del Sole 2009). Por ese motivo es necesario desarrollar nuevas técnicas que permitan la optimización de estos parámetros en forma objetiva y eficiente. En este trabajo se propone una técnica de estimación de parámetros asociados a forzantes estocásticos basada en un filtro de Kalman por ensambles anidado.

2. METODOLOGÍA

La metodología de estimación consiste en un filtro de Kalman por ensambles anidado, en el cual se utiliza un ensamble de sistemas de asimilación. Cada sistema de asimilación utiliza un conjunto de parámetros diferente en la parametrización estocástica. El ensamble de sistemas de asimilación se utiliza para estimar el valor de dichos parámetros. En este trabajo se utiliza el modelo de Lorenz-96 de 2 escalas para simular un sistema de asimilación de datos y pronóstico en donde parte de los procesos a ser simulados, no son explícitamente resueltos por el modelo y deben ser parametrizados (Pulido y otros 2016). En este contexto se implementa una parametrización estocástica de los procesos de escala no resuelta. Esta parametrización se utilizó además, en una primera instancia, para la realización de experimentos gemelos estocásticos. Con este seteo experimental se llevaron adelante experimentos de optimización de la parametrización estocástica utilizando diferentes tipos de error de modelo y de flexibilidad para la estimación de las propiedades estadísticas del forzante estocástico.

3. RESULTADOS

La Figura 1, muestra los resultados de experimentos gemelos preliminares, en el caso de la estimación en el caso en el que el forzante estocástico está determinado por dos parámetros, uno que controla la amplitud del forzante estocástico y otro que determina la longitud de correlación espacial de dicho forzante. Los valores estimados son comparados con el valor óptimo del parámetro el cual se determinó realizando múltiples experimentos de asimilación con diferentes valores de los parámetros.

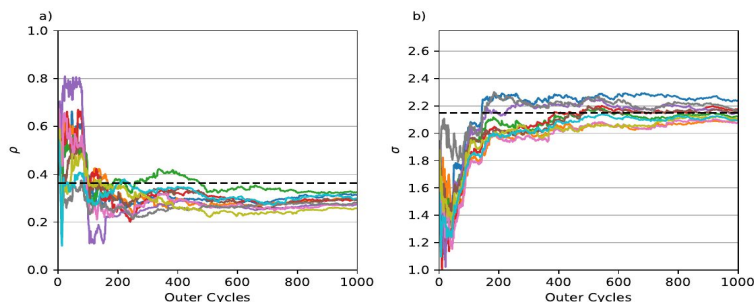


Figura 1: Estimación del parámetro que controla la suavidad espacial del forzante estocástico (a) y su amplitud (b). Las diferentes líneas corresponden a diferentes realizaciones del experimento. La línea punteada indica el valor óptimo.

Los resultados obtenidos muestran que los parámetros estimados convergen hacia el valor óptimo y que esta convergencia es robusta dado que múltiples realizaciones de la estimación convergen a valores similares.

Los resultados correspondientes a los diferentes experimentos realizados serán presentados y discutidos en el congreso.

REFERENCIAS

- Ha, S., Berner, J., Snyder, C. (2015). A Comparison of Model Error Representations in Mesoscale Ensemble Data Assimilation. *Monthly Weather Review*, 143(10), 3893-3911.
- Pulido, M., Scheffler, G., Ruiz, J. J., Lucini, M. M., and Tandeo, P. (2016). Estimation of the functional form of subgrid-scale parameterization using ensemble-based data assimilation: a simple model experiment. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 142(701), 2974-2984.
- Yang, X., and T. Delsole, 2009: Using the ensemble Kalman filter to estimate multiplicative model parameters. *Tellus, Ser. A Dyn. Meteorol. Oceanogr.*, 61, 601-609