

Problemas inversos Bayesianos en geofísica

Ana Carpio, Elena Cebrián, Gerardo Oleaga, Carolina Abugattas

Departamento Análisis Matemático y Matemática Aplicada, Universidad Complutense de Madrid, ana_carpio@mat.ucm.es

Resumen La resolución de problemas de scattering inverso conduce a menudo a problemas de optimización y muestreo que requieren tratar cantidades moderadas/grandes de ecuaciones en derivadas parciales que actúan como restricciones [1, 2]. Nos centraremos en el problema de determinar inclusiones en un medio estratificado a partir de la medición de campos de ondas en la superficie, al tiempo que cuantificamos la incertidumbre en las predicciones y evaluamos el efecto de distintas discretizaciones de las ecuaciones de ondas. Caracterizamos las inclusiones mediante parámetros que describen las propiedades y formas de sus materiales. Diseñaremos algoritmos adaptativos para estimar las configuraciones más probables mediante optimización de funcionales de coste con regularizaciones Bayesianas y restricciones de tipo ecuación de ondas [3]. En pruebas sintéticas con una sola frecuencia, estos esquemas convergen en pocas iteraciones con niveles de ruido crecientes. Para obtener una visión global de otras posibles configuraciones de alta probabilidad y de efectos de asimetría, recurrimos a la resolución del problema Bayesiano inverso mediante métodos de cadenas de Markov Monte Carlo de invarianza afín [4]. Su implementación requiere resolver millones de problemas de ondas y obliga a usar mallas fijas. Si bien las configuraciones óptimas siguen siendo similares, encontramos inclusiones adicionales de alta probabilidad que dependen de la información previa, el nivel de ruido y la estructura de las capas, efecto que puede reducirse considerando más frecuencias [3].

Referencias

- [1] A. Carpio, S. Iakunin, G. Stadler, Bayesian approach to inverse scattering with topological priors, *Inverse Problems* 36, 105001, 2020
- [2] A. Carpio, E. Cebrián, A. Gutiérrez (2023). Object based Bayesian full-waveform inversion for shear elastography, *Inverse Problems*, 39, 075007.
- [3] C. Abugattas, A. Carpio, E. Cebrián, G. Oleaga (2025). Quantifying uncertainty in inverse scattering problems set in layered environments. *Applied Mathematics and Computation*, 500, 129453.
- [4] A. Carpio, Uncertainty Quantification in Scientific Computing: A Short Introduction. In: Diez, P., Giacomini, M. (eds) *Mathematical and Computational Modelling Across the Scales*. EHF-JLL 2023. SEMA SIMAI Springer Series, vol 39. 2025, Springer, Cham.

Investigación parcialmente financiada por el proyecto MICINN - AEI PID2020-112796RB-C21