

Simulations conditionnelles de modèles génétiques de réservoir par méthodes séquentielles de Monte-Carlo (SMC)

Alan TRONCOSO

Les modèles géologiques décrivent les processus sédimentaires contribuant à la mise en place des réservoirs pétroliers ou des gisements miniers. Les modèles géostatistiques usuels renoncent à reproduire ces processus pour ne décrire que l'état final, à l'aide des deux premiers moments, valeur moyenne et covariance, pour les modèles de type «pixels» (Matheron, 1963), (Strebelle, 2002), ou à l'aide d'objets aléatoires distribués aléatoirement pour ceux de type «objets» (Deutsch & Tran, 2002). Ces modèles statiques sont descriptifs : ils assurent un conditionnement strict et une reproduction des propriétés globales mais il leur est reproché de ne pas avoir accès aux détails du modèle géologique. Inversement les modèles génétiques traduisent le modèle géologique en un système dynamique : à partir de conditions initiales et de fluctuations locales sont construits des modèles de réservoir reproduisant l'architecture du modèle géologique mais pas nécessairement les faciès observés aux sondages. Un enjeu important est la synthèse de réalisations cohérentes avec les observations.

Les méthodes de Monte Carlo séquentielles (SMC) (Liu & Chen, 1998) consistent à remplacer ce problème difficile, car il s'agit de simuler un événement rare du modèle a priori, par une suite de simulations plus simples. Elles sont une alternative aux méthodes itératives de Monte Carlo (MCMC) (Zia, Balch, & Dellaert, 2005) quand la dynamique MCMC est difficile à mettre en œuvre et quand le temps de convergence est incompatible avec les contraintes opérationnelles. Les méthodes séquentielles sont bien adaptées aux modèles génétiques de réservoir qui possèdent une structure séquentielle naturelle et une dynamique causale définie par la description naturaliste : la construction de la simulation est progressive et à chaque itération, les cas possibles sont explorés et seuls les cas cohérents avec les observations sont renforcés.

L'application des méthodes SMC aux modèles génétiques de réservoirs combine de multiples aspects :

- La méthode sépare la logique du dépôt, la dynamique n'est pas modifiée, et le renforcement qui permet de rendre compte du conditionnement combine ainsi la caractérisation globale du réservoir et des observations locales.
- la mise en œuvre informatique s'appuie sur la gestion d'une population de modèles selon un arbre généalogique.

Bibliographie

- Deutsch, C. V., & Tran, T. (2002). Fluvsim: a program for object-based stochastic modeling of fluvial depositional system. *Computers & Geo-sciences*, 525-535.
- Gordon, N., Salmond, D., & Smith, A. (1993). Novel approach to nonlinear/non-Gaussian Bayesian state estimation. *IEE Proc. F, Radar Signal Process*, 140.
- Liu, J., & Chen, R. (1998). Sequential Monte Carlo Methods for Dynamic Systems. *Journal of the American Statistical Association*, 1032-1044.
- Matheron, G. (1963). Principles of geostatistics. *Economic Geology*, 1246-1266.
- Strebelle, S. (2002). Conditional Simulation of Complex Geological Structures Using Multiple-Point Statistics. *Mathematical Geology*, 1-21.
- Zia, K., Balch, T., & Dellaert, F. (2005). MCMC-based particle filtering for tracking a variable number of interacting targets. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 1805-1819.