

Inversion rapide des matrices de covariance

Nathan Hara, Laboratoire d'astrophysique de Marseille

Abstract

Les données astrophysiques sont souvent modélisées par une fonction de vraisemblance Gaussienne, dont les paramètres de la covariance sont inconnus à l'avance. Pour les estimer par un algorithme type Monte-Carlo Markov Chain, il faut pouvoir évaluer la vraisemblance potentiellement pour des millions de jeux de paramètres différents. Pour chaque évaluation, il faut inverser la matrice de covariance et calculer son déterminant, ce qui en général a un coût $O(N^3)$ où N est le nombre de points de données. Ces matrices peuvent avoir des tailles importantes et des structures complexes. Par exemple dans le cadre des exoplanètes on veut pouvoir analyser simultanément des séries temporelles photométriques et spectroscopiques ayant jusqu'à plusieurs milliers de points. Ces différentes séries temporelles ne sont pas nécessairement échantillonnées régulièrement, et aux mêmes instants.

Je présenterai un formalisme basé sur les matrices semi-séparables permettant de faire passer le coût d'évaluation de la vraisemblance de $O(N^3)$ à $O(N)$ (voir Fig. 1). Je mettrai en évidence des classes de covariances très générales avec inversion en $O(N)$: Delisle et al. (2020, 2022); Hara & Delisle (2023). Je présenterai des applications aux exoplanètes, des perspectives pour d'autres domaines, ainsi que le code public en C avec interface en Python.

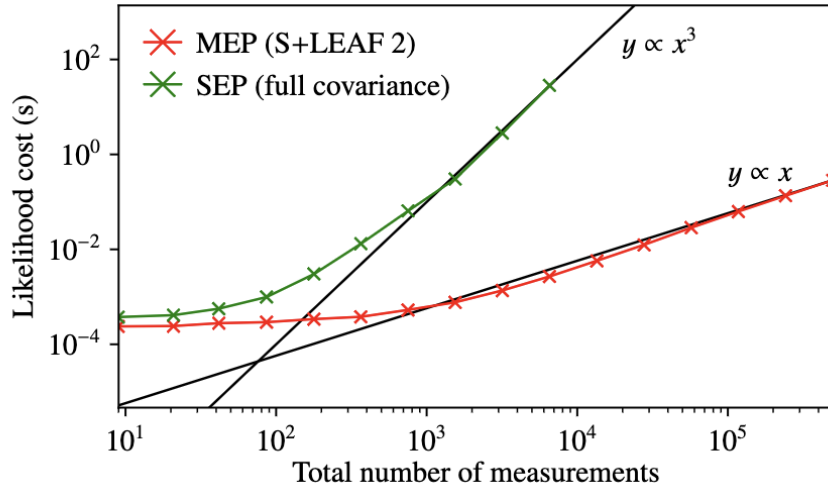


Figure 1 – Coût de calcul en fonction du nombre de point de données pour une covariance classique (en vert) et son approximation précise par une matrice semi-séparable (en rouge). Extrait de Delisle et al. (2022).

Références

Delisle, J. B., Hara, N., & Ségransan, D. 2020, A&A, 638, A95

Delisle, J. B., Unger, N., Hara, N. C., & Ségransan, D. 2022, A&A, 659, A182

Hara, N. C. & Delisle, J.-B. 2023, arXiv e-prints, arXiv :2304.08489