

Offre de stage de Master 2

Développement d'une nouvelle méthode d'identification de familles d'astéroïdes (clusters)

Durée : 4 à 6 mois à compter de février 2024

Profil recherché : Master 2 ou équivalent en astronomie ou statistique/machine learning

Contacts : Benoit Carry (benoit.carry@oca.eu) et Vincent Vandewalle (vincent.vandewalle@inria.fr)

Lieu du stage : Observatoire de la Côte d'Azur ou Centre Inria d'Université Côte d'Azur

Gratification : Environ 600 euros par mois.

Contexte

Les astéroïdes entre Mars et Jupiter sont les vestiges des planétésimaux qui se sont accrétés pour former les planètes. Leurs distributions orbitale, en taille, et compositionnelle portent la trace des différentes étapes de la formation de notre système solaire, de l'accrétion des solides dans le disque aux migrations planétaires [2].

Néanmoins, 4 milliard d'années d'évolution dynamique et collisionnelle ont imposé leur marque, brouillant ces informations. En particulier, les astéroïdes se détruisent mutuellement lors de collisions catastrophiques, éjectant de nombreux fragments. On appelle les groupes formés par ces fragments les familles d'astéroïdes. Identifier correctement ces familles est critique pour remonter le temps et déterminer la distribution originelle des astéroïdes dans la ceinture principale.

Deux méthodes sont actuellement utilisées dans la communauté pour classer les astéroïdes au sein des familles. Plus de 200 familles ont été identifiées, par ces méthodes, permettant d'étudier de nombreux aspect de l'évolution des astéroïdes. Toutefois, ces deux méthodes ont plusieurs limites [3]. Le but de ce stage, en co-direction entre l'Observatoire de la Côte d'Azur et l'Inria, est d'explorer des méthodes modernes de clustering pour identifier les familles d'astéroïdes.

Déroulement

Dans un premier temps, la ou le stagiaire se familiarisera avec le modèle probabiliste que nous avons développé pour décrire la distribution des membres d'une famille d'astéroïdes (éléments orbitaux et leur couplage avec la taille des corps). Ce modèle est la brique élémentaire pour une approche de clustering à base de modèles [1]. Un algorithme d'estimation des paramètres ainsi qu'une première implémentation sous R ont déjà été réalisés, et sont prometteurs.

La ou le stagiaire devra alors reprendre et compléter ce modèle pour prendre en compte des contraintes physiques supplémentaires conduisant par exemple à l'observation de distributions tronquées. De plus, l'algorithme d'estimation des clusters doit être rendu plus robuste afin de mieux décrire la population d'arrière plan, non incluse dans les familles.

Enfin, une fois le modèle stabilisé, les nouvelles familles obtenues seront étudiées en détails et comparées aux familles identifiées par la communauté. Ce stage est donc à l'intersection de deux disciplines : astrophysique et statistiques.

Références

- [1] Charles Bouveyron, Gilles Celeux, T Brendan Murphy, and Adrian E Raftery. *Model-based clustering and classification for data science : with applications in R*, volume 50. Cambridge University Press, 2019.
- [2] F. E. DeMeo and B. Carry. Solar System evolution from compositional mapping of the asteroid belt. *Nature*, 505 :629–634, January 2014.
- [3] Stanley F. Dermott, Apostolos A. Christou, Dan Li, Thomas. J. J. Kehoe, and J. Malcolm Robinson. The common origin of family and non-family asteroids. *Nature Astronomy*, 2 :549–554, July 2018.