IRFU : Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'univers

Saclay

DAp/LDE3

Mesurer de la rotation des étoiles à partir des données de TESS, Kepler et Gaia.

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Ingenieur/Master

Unité d'accueil DAp/LDE3

Candidature avant le 01/03/2024

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse non

Contact GARCIA Rafael A.
+33 1 69 08 27 25
rafael.garcia@cea.fr

Résumé

La mesure de la vitesse de rotation des étoiles appartenant à des amas est aujourd'hui la meilleure façon de calibrer les relations âge-rotation, qui sont extrêmement utiles en astrophysique pour estimer l'âge des étoiles et de leur cortège de planètes. Ce stage a pour but de mesurer la rotation de surface d'étoiles appartenant à des amas ouverts en utilisant les données des satellites Gaia, Kepler et TESS, et de calibrer les relations âge-rotation à partir de modèles numériques paramétriques.

Sujet détaillé

La mesure de la vitesse de rotation des étoiles appartenant à des amas est aujourd'hui la meilleure façon de calibrer les relations âge-rotation, qui sont extrêmement utiles en astrophysique pour estimer l'âge des étoiles et de leur cortège de planètes. Ce stage a pour but de mesurer la rotation de surface d'étoiles appartenant à des amas ouverts en utilisant les données des satellites Gaia, Kepler et TESS, et de calibrer les relations âge-rotation à partir de modèles numériques paramétriques.
Les amas nous fournissent un laboratoire unique pour étudier une population d'étoiles avec des propriétés similaires, telles que l'âge et la composition chimique des étoiles. Il a été montré que la période de rotation des étoiles évolue avec l'âge en suivant des lois empiriques. Cette méthode de datation qui peut être extrêmement utile est connue sous le nom de gyrochronologie. Estimer les périodes de rotation des étoiles dans les amas (donc avec un âge donné) permet donc de calibrer ces relations en fonction des propriétés des étoiles comme leur masse ou leur composition.
Les amas ouverts peuvent être vus comme une photographie d'une population stellaire, et donc d'une distribution de période de rotation, à un âge donné. ?Les observations photométriques obtenues par les missions TESS et Kepler permettent d'étudier en détail plusieurs amas d'âges similaires. Cependant, la complexité du problème vient de la réduction et de l'analyse des données, en particulier la qualité des données n'est pas homogène et la sélection de l'algorithme approprié pour l'analyse peut représenter un certain défi. Le/la stagiaire aura également l'opportunité de développer un outil numérique pour simuler l'évolution de la rotation d'une étoile qu'il/elle pourront ensuite comparer aux données et raffiner en fonction.

Le stage est conçu pour introduire la physique de la rotation des étoiles et de leur évolution au sein d'amas. Il est

également dédié à l'exploration de différentes techniques d'analyse et de traitement du signal pour améliorer la qualité des données et des algorithmes permettant de mesurer la période de rotation des étoiles au sein d'amas. Le/la stagiaire utilisera les données des satellites Gaia, Kepler et TESS. Une comparaison des propriétés des différents jeux de données sera également faite. Finalement, l'étudiant(e) participera aux tests des pipelines développés dans le cadre de la mission PLATO (PLAnetary Transit and Oscillations of stars) pour estimer la rotation des étoiles.

Le stage aura lieu au département d'astrophysique (DAp) du CEA Saclay (Ormes des Merisiers, Gif-Sur-Yvette, Essonne), au sein du laboratoire LDE3 (Laboratoire Dynamique des Etoiles, des Exoplanètes et de leur Environnement). L'étudiant(e) travaillera sous la supervision des Drs Rafael A. Garcia et Dinil Bose Palakkatharappil et avec les autres membres du LDE3.

Les résultats obtenus seront présentés dans un poster dans le cadre d'une conférence à venir durant l'été. L'étudiant(e) aura l'opportunité de participer activement aux discussions scientifiques avec le groupe. Finalement, l'étudiant(e) pourra présenter son travail et contribuer aux discussions sur des articles récemment publiés dans le cadre d'une réunion toutes les deux semaines.

Mots clés

Analyse de données, méthode numériques, domaine de Fourier, data mining

Compétences

Logiciels

python

Measuring stellar rotation from TESS, Kepler and Gaia data.

Summary

Measuring the rotating rates of stars in clusters provides an excellent opportunity to calibrate age-rotation periods relations. Those are extremely useful in astrophysics to accurately estimate the age of stars and their planetary systems. The internship aims to measure the surface rotation of stars in various open clusters using Gaia, Kepler and TESS observations, and to refine existing age-rotation periods relations using numerical tools.

Full description

Clusters provide a unique laboratory to study stars with similar properties, such as age and composition, simultaneously. It has been shown that the stellar rotation period evolves with age following an empirical law, this age dating method which can be extremely useful is known as gyrochronology. Measuring the rotation rates of stars in clusters (thus with known ages) provides an excellent opportunity for calibrating these relations as a function of the stellar properties such as their mass or composition. The individual open clusters can be represented as snapshots of stellar rotation at a specific age, but this holds only if we compare the rotation distribution of a cluster with other clusters of similar ages. The observations from the TESS and Kepler missions present an opportunity to study multiple clusters of similar ages in detail. However, the complexity lies in dealing with the quality of the data, and the selection of appropriate algorithms for analysis presents significant challenges.
In addition, the intern will have the opportunity to develop a simple parametric numerical model to simulate the evolution of the stellar rotation rate. They will then be able to compare with the data they obtained and refine their model accordingly.
This internship is meant to introduce the physics of the rotation of stars and their evolution in clusters. It is also dedicated to explore different data analysis techniques to improve the quality of data and the algorithms to measure the rotation period of stars in clusters. The intern will use data from Gaia, Kepler and TESS. A comparison of the properties of the different dataset will also be done. The student will also participate in testing the rotation pipelines developed for PLATO (The Planetary Transits and Oscillations of stars) Stellar Analysis System.
The internship will take place at the Astrophysics division (DAp) of the CEA Saclay (Orme des Merisiers, Gif-sur-Yvette, Essonne), among the Dynamics of Stars, (Exo)planets and their Environments Laboratory (LDE3). The student will work under the supervision of Dr. Rafael A. García (LDE3, CEA Saclay), Dr. Dinil Bose Palakkatharappil (LDE3, CEA Saclay) and other members of the LDE3.
The obtained results will be presented as a poster in one of the upcoming conferences. The student will have the opportunity to actively participate in scientific discussions with the group. Additionally, the intern will present his/her work and also contribute to scientific discussions on recently published papers through a biweekly meeting with the group.

Keywords

Solar and stellar physics, stellar dynamics, data analysis, star clusters

Skills

Softwares

python