Galaxia-Proxima

Atlas Galaxia Proxima: Star formation history of the local Milky Way using Gaia DR3 and machine learning

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP 18. Ausschreibung (2021)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.08.2022	**Projektende**	10.02.2025
Zeitraum	2022 - 2025	**Projektlaufzeit**	31 Monate
Keywords	machine learning, stellar clusters, star formation, solar neighborhood		

Projektbeschreibung

Die Entstehung von Sternen ist eines der wichtigsten offenen Themen der Astrophysik. Es ist inzwischen gut belegt, dass die meisten Sterne in dichten Molekülwolken in Gruppen von einigen Dutzend bis zu Tausenden von Sternen entstehen. Das Verstaendnis des Ursprungs und der Entwicklung dieser stellaren Strukturen beeinflusst auch Theories zur Entstehung und Entwicklung von Galaxien. Da sie aus demselben Gas und unter ähnlichen Bedingungen entstanden sind, bieten Sternhaufen - stellare Strukturen mit gleicher Geschwindigkeit - ein einzigartiges Labor zur Untersuchung der Entstehung und Entwicklung von Sternen und Planeten.

Die Entflechtung und Extraktion stellarer Populationen ist bekanntermaßen ein schwieriges Unterfangen. Nichtsdestotrotz haben Gaia-Daten die Suche und Charakterisierung von stellaren Strukturen dank der Abdeckung des gesamten Himmels und der unübertroffenen astrometrischen Qualität enorm beeinflusst. Die präzisen Messungen haben die Entdeckung neuer Arten von Sternstrukturen und die Überprüfung und Validierung von Modellen im 3D-Raum in einer nie zuvor möglich Art und Weise ermöglicht. Aufgrund des enomen Ausmaßes der Gaia-Datenbank sind heuristische maschinelle Lernverfahren bei der Analyse und Erkennung von Sternstrukturen unersetzlich geworden. Allerdings gehen diese Methoden oft mit einer Reihe von Annahmen einher, die nicht unbedingt auf die Charakterisierung und Identifizierung von Sternhaufen zutreffen.

Dieser Antrag sieht die Verwendung von SigMA und Uncover vor, zwei innovativen, von uns entwickelten "machine learning"-Anwendungen zur Identifizierung und Charakterisierung von Sternhaufen, um Altas Galaxia Proxima zu erstellen, einen hochpräzisen Hauptkatalog stellarer Strukturen im lokalen kpc. Wir haben die einzigartigen Fähigkeiten von Uncover erfolgreich an dem kürzlich entdeckten Meingast-1 stream demonstriert, bei dem wir die Anzahl der bekannten Quellen verzehnfacht haben. Wir haben die Leistungsfähigkeit von SigMA an der Scorpius-Centaurus-OB Assoziation demonstriert, der nächstgelegenen und am besten untersuchten OB-Assoziation, wo wir 48 stabile Untergruppen identifiziert haben, von denen viele zuvor unbekannt waren. Wir werden den Atlas-Galaxia-Proxima-Katalog verwenden, um die jüngste Sternentstehungsgeschichte der lokalen Milchstraße abzuleiten. Das Vermächtnis dieses Katalogs ist immens, da er als Grundlage für weitere Untersuchungen der grundlegenden Eigenschaften aller nahe gelegenen Sternpopulationen dienen wird und es Forschern in Österreich und darüber hinaus ermöglicht, Probleme wie die anfängliche Massenfunktion, die lokale Gassternentstehungsrate und die Zeitskalen für die Planetenbildung anzugehen.

Abstract

The formation of stars is one of the fundamental open topics in Astrophysics. It is now well established that most stars form in collapsing dense molecular clouds in groups of a few dozen up to thousands of stars. Understanding the origin and evolution of these stellar structures means understanding galaxy formation and evolution. Because they were born from the same gas under similar conditions, stellar structures, such as star clusters and associations, provide a unique laboratory for studying star and planet formation and evolution.

Disentangling and extracting stellar populations is notoriously difficult. Nevertheless, the advent of Gaia data has had a tremendous impact on the search and characterization of stellar structures, thanks to its all-sky coverage and unrivaled astrometric quality. Its accurate measurements have allowed the discovery of new types of stellar structures and the testing and validation of models in 3D space, in a way that was previously not possible. Due to the size of the Gaia data base, heuristic machine learning techniques have become irreplaceable in analyzing and detecting stellar structures. However, these methods often come with a set of assumptions that necessarily do not apply to the characterization and identification of co-moving groups.

This proposal plans to use SigMA and Uncover, two innovative stellar cluster identification and characterization machine learning tools developed by us, to construct Altas Galaxia Proxima, a high-accuracy master catalog of stellar structures in the local kpc. We have successfully shown the unique capabilities of Uncover on the recently discovered Meingast-1 stream, where we have increased the number of known sources tenfold. We demonstrated the power of SigMA on the Scorpius-Centaurus OB association, the closest and best-studied OB association, where we identified 48 stable subgroups, many of them previously unknown. We will use the Atlas Galaxia Proxima catalog to derive the recent star formation history of the Local Milky Way. The legacy of this catalog is immense as it will serve as a baseline for further investigations on the fundamental properties of all nearby stellar populations, allowing researchers inside Austria and beyond to tackle problems such as the initial mass function, local gas star formation rate, and timescales for planet formation.

Projektpartner

- Universität Wien - Research Network Data Science