

Cloudshape

Interstellar Cloud topology with Gaia and Herschel

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 15. Ausschreibung (2018)	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.12.2019	Projektende	31.03.2023
Zeitraum	2019 - 2023	Projektlaufzeit	40 Monate
Keywords	Gaia; Hersche; star formation; molecular clouds; interstellar medium		

Projektbeschreibung

Eines der wichtigsten Themen in der Astrophysik ist "Wie entstehen Sterne und wo?". Heute wissen wir, dass Sterne in den dunkelsten, kältesten, und dichtesten Regionen unserer Milchstraße entstehen, in den interstellaren Molekülwolken. Wenn man die Sternentstehung erforscht, wird damit auch direkt das Verständnis über die Galaxienentwicklung und die Planetenentstehung vorangetrieben. Ein noch ungelöstes Problem beim Erforschen der Sternentstehung ist, dass wir bis heute die 3D Gestalt und 3D Dynamik der Molekülwolken, in denen sie entstehen, noch nicht kennen. Diese Aspekte sind der Schlüssel um den Entstehungsprozess der Wolken und ihrer Sterne besser zu verstehen.

In diesem Antrag präsentieren wir eine innovative Method, basierend auf ESA Gaia und Herschel Daten, um das erste Mal genaue Distanzen zu lokalen Wolken zu messen um die 3D Gestalt dieser Wolken darzustellen. Dazu verwenden wir junge Sterne, die "vor kurzem" in diesen Wolken entstanden sind, und sich daher noch in räumlicher Nähe zu den Wolken befinden. Dies wird durch die bahnbrechenden Messungen des Gaia Weltraumteleskops ermöglicht, welches die Distanzen zu diesen jungen Sternen mit hoher Genauigkeit liefert, und damit auch indirekt die Entfernung ihrer Mutterwolken bestimmt. Ergänzend dazu verwenden wir Messungen des Herschel Weltraumteleskops, welches uns die 2D Struktur der dichten Wolken-Regionen in hoher Auflösung liefert um die Struktur der Wolke abzuschätzen.

Diese Methode haben wir bereits in unserem Pilotprojekt präsentiert, in dem wir die Riesenmolekülwolke Orion A vermessen haben. Diese ist die uns nächstgelegene massereiche Sternentstehungsregion mit einem großen Reservoir an jungen Sterne, sodass eine genau Vermessung kleinerer Teile entlang der Wolke möglich war. Damit konnten wir feststellen, dass sich die Wolke in einem steilen Winkel zu uns orientiert, was bedeutet, dass sie doppelt so lang ist als bisher angenommen. Verglichen mit anderen jüngsten Ergebnissen, welche ebenfalls genaue Methoden zu interstellaren Molekülwolken liefern, ist diese von uns präsentierte Methode am besten geeignet um Distanz-Variationen in einer einzelnen Wolke relativ genau festzustellen.

Durch den Erfolg unserer Methode präsentieren wir nun mit diesem Projekt unser Vorhaben sie auf weitere nahegelegene Sternentstehungsregionen anzuwenden und auszuweiten, indem wir auch die Wolkenbewegung im 3D Raum erforschen wollen. In Kombination mit Archivdaten und Nahinfrarot Daten, aufgenommen von unsere Forschungsgruppe (ESO VISIONS Public Survey), werden wir somit das erste mal die Wolkenbewegungen der weiteren uns nächstgelegenen Wolken abschätzen. Zusammen mit der Sternentstehungsgeschichte der Wolken, welche wir durch berechnen der Sternentstehungsrate und -effizienz erforschen werden, können wir nun ein vollständigeres Bild der Molekülwolken liefern.

Damit öffnen wir ein neues Fenster um zu verstehen wie sich diffuses interstellares Gas letztlich zu einer Sternentstehungsregion verwandelt.

Abstract

Understanding the origin of stars is one of the fundamental open topics in Astrophysics as it directly impacts the understanding of galaxy formation and evolution and the formation of planets. Today, we know that stars form in the coldest, darkest, and densest regions of our Milky way, in the interstellar molecular clouds. One of the most pressing questions in star formation research relates to the essentially unknown shapes, orientations, and 3D dynamics of this star-forming molecular clouds. These yet unknown properties hold the key to understand their formation process.

In this proposal, we plan to make use of an innovative method recently developed by our group, a method based on ESA Gaia and Herschel data, to derive for the first time 3D shapes and accurate distances to local molecular clouds. To this end we use young stellar objects (YSOs), that have "recently" formed in these clouds, and are therefore still spatially connected to them. By using parallax measurements from the groundbreaking Gaia mission we can now determine accurate distances to these YSOs and with this we can also determine indirectly the distances to their harbouring clouds. Complementary, we use ESA Herschel data, to know the exact 2D extend of the star-forming dense molecular cloud.

This method was already tested in our pilot study, where we studied the giant molecular cloud Orion A. This is the closest high-mass star-forming region to our earth, harbouring a rich sample of young stars. With this, a detailed analysis of cloud distances across the whole complex was possible. We found that a large part of the cloud is inclined in a angle away from the plane of the sky, which signifies that the cloud is about twice as long as previously assumed. Comparing this to other recent methods based on Gaia data, which also measure accurate distances to nearby clouds, we find, that our method is better suitable to determine distance variations within one single cloud.

Due to the success of our method we developed this research project to deploy our method to further nearby star-forming regions and to extend it by also investigating the clouds 3D space motions. This is possible by using archival data and recent NIR data taken by our group (ESO VISIONS Public Survey), with which we will then be able to associate cloud space motion with cloud shapes. In combination with the star formation history, estimated from star formation rates and efficiencies, we can now deliver a more complete image of these nearby molecular clouds. With this we will open a completely unexplored window on how nature transforms diffuse gas into star-forming factories.

Projektpartner

- Universität Wien