

CONTROL

Cute autONomous daTa ReductiOn pipeLine

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 14. Ausschreibung (2017)	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.11.2018	Projektende	30.11.2021
Zeitraum	2018 - 2021	Projektlaufzeit	37 Monate
Keywords	Science; Software engineering; Astronomy & Astrophysics		

Projektbeschreibung

Die Entwicklung planetarer Atmosphären wird in erster Linie durch Atmosphärenflucht beeinflusst. Messergebnisse von Transits extrasolarer Planeten im UV Spektralbereich zeigten zahlreiche unterschiedliche Phänomene. Die derzeit existierende Anzahl an Theorien zur Erklärung dieser Phänomene übersteigt bei Weitem die Anzahl relevanter Transit Beobachtungen. Die meisten Phänomene unterliegen zudem auch zeitlichen Variationen. Die benötigte Beobachtungszeit um diese Phänomene in all ihren Varianten zu untersuchen, kann von Hubble nicht abgedeckt werden. Dank der großen Anzahl von Planeten mit kurzer Umlaufzeit, kann Atmosphärenflucht bereits mit relativ einfachen satellitengestützten Teleskopen untersucht werden. Der Massenverlust der Atmosphäre kann mit einem kleinen Teleskop im UV-nahen Spektralbereich (250-330 nm) gut beobachtet werden. Im Frühjahr 2017 wurde im Rahmen des APRA Programms der NASA der eingereichte Missionsvorschlag für das „Colorado Ultraviolet Transit Experiment“ (CUTE) akzeptiert. Die Finanzierung (3.3 Millionen US-Dollar) beinhaltet den Bau des Nanosatelliten, den Start und den Betrieb im Orbit für zumindest sechs Monate. CUTE basiert auf einem 6U großen CubeSat, und soll genau jene spektroskopischen Beobachtungen im UV-nahen Frequenzbereich durchführen welche zum genaueren Verständnis der Prozesse des Massenverlusts in planetaren Atmosphären notwendig sind. Der österreichische Beitrag ist die Datenverarbeitungs-Pipeline zur Korrektur und Reduktion der Messdaten an Bord von CUTE. Der Start der Mission CUTE ist für das Frühjahr 2020 geplant. Nach der Entwicklung des Datensimulators im Rahmen des ASAP #13 „ACUTEDIRNDL“ Kontrakts wird in diesem Proposal die Entwicklung eines Programmpakets eine flexibel konfigurierbare Datenreduktion an Bord von CUTE vorgeschlagen. Im Rahmen des ASAP #13 Kontrakts wird das gesamte optische System des Instruments simuliert und hinsichtlich Toleranz und Stabilität untersucht. Im zweiten Schritt wird auf Basis dieser Ergebnisse ein Datensimulator zur Generierung von Referenzdaten für unterschiedliche Betriebsmoden und Beobachtungssituationen entwickelt. Der Vorschlag für ASAP #14 konzentriert sich auf die Entwicklung und den Test des Programmpakets für die Datenverarbeitungs-Pipeline an Board von CUTE. Die Datenkorrektur inkludiert die Subtraktion des Dunkelstroms und der Digitalisierungsfehler, die Eliminierung von Störungen infolge der Hintergrundstrahlung, sowie die Korrektur der Abbildungsfehler und der Fehler bei der Bildung der Spektren. Der letzte Schritt in der Datenverarbeitung, die Kalibrierung hinsichtlich Lichtstrom und Wellenlänge, erfolgt erst am Boden. Dank des Datensimulators kann bereits vor dem eigentlichen Einsatz an Bord von CUTE die gesamte Verarbeitungskette für individuelle Beobachtungssituationen konfiguriert und getestet werden. Der vorgeschlagene Projektzeitraum inkludiert die ersten Wochen der operationellen Phase. Das Projektteam wird sich aktiv an der Testphase (commissioning) beteiligen und

während der ersten wissenschaftlichen Beobachtungen die Feinabstimmung der gesamten Datenverarbeitungskette durchführen.

Abstract

The long-term evolution of a planetary atmosphere is predominantly controlled by escape, a process leading atmospheric gas to leave the planet's gravitational well and disperse into space. The ultraviolet (UV) transit observations of extra-solar planets conducted so far led to the detection of a large variety of phenomena, but, at present, the theories explaining them by far exceed the number of relevant transit observations. There is a whole wealth of phenomena, also variable in time, that requires a large observational effort to understand, effort that cannot be undertaken by the Hubble Space Telescope, which is our almost only UV "eye" and has now a very limited life-time. Owing to the large size of the transiting atmospheres and to the short orbital periods of close-in planets, the physics of atmospheric mass-loss can be studied with a dedicated small instrument operating at near-UV wavelengths (250 - 330 nm). In Spring 2017, through the APRA program, NASA accepted to fund in full (3.3 million dollars) the development, build, launch, and operation of the Colorado Ultraviolet Transit Experiment (CUTE), which is a 6U CubeSat specifically designed to provide exactly the kind of spectroscopic observations that are urgently needed to further understand atmospheric escape. CUTE will be launched in Spring 2020. Following the development of CUTE's data simulator by means of FFG ASAP13 funding, we propose here to develop a stable and flexible data reduction pipeline for CUTE. As part of the ASAP13 project, we will simulate CUTE's optical system and perform the tolerance analysis, which will then be taken into account for the development of the data simulator. We request here funding to develop and test the on-board data reduction pipeline. The pipeline will carry out dark and bias subtraction, cosmic-ray correction, removal of the flat-field, and spectral extraction. The final reduction steps (wavelength and flux calibrations) will be carried out on the ground. Thanks to the previous development of the data simulator, we will be able to produce a flexible pipeline capable of dealing with a number of possible in-flight complications. The project is timed in such a way that its end will be a few months after launch in order to perform fine tuning of the pipeline during commissioning and to provide initial data reduction support to the science team.

Projektpartner

- Österreichische Akademie der Wissenschaften