

Szakmai beszámoló

A Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj keretében 3 hónapot tölthettem Berlinben a Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Institut für Planetenforschung, Extrasolar Planets and Atmospheres részlegén. Az ott töltött idő alatt elsősorban Dr. Csizmadia Szilárdal, Dr. Klagyivik Péterrel és Dr. Kristine Lam-el dolgoztam együtt, de kaptam feladatot a bolygókutató részleg vezetőjétől, Dr. Juan Cabrera Perez-től is.

Berlinbe érkezésem után egyből fel tudtam venni a kapcsolatot a DLR munkatársaival. Az adminisztrációs folyamat gördülékenyen zajlott, a kutatói részlegen kedvesen fogadtak és nagyon segítőkészek voltak.

A kutatási projektek:

Az előzetesen egyeztetett projektek közül az első (Többes rendszer keresése GJ 367 nevű M törpecsillag körül) már nem volt aktuális, mert a csúsztatott határidő miatt (9 hónappal később kaptam lehetőséget az utazásra, a tartalékos státuszom miatt) a projekt befejeződött mire megérkeztem.

Szerencsére találtunk egy izgalmas, új munkát ami jól illeszkedett a profilomhoz. A feladatom az volt, hogy létrehozzak egy adatbázist, amely a már azonosított exobolygók adatait tartalmazza. A cél az volt hogy a TESS műhold által rögzített fénygörbék és egyéb forrásokból származó radiális sebesség adatok segítségével, homogén módon határozzam meg a bolygók paramétereit. A modellezéshez a TLCM programot (Csizmadia, 2020) használtam és minden bolygóra 3 különböző paraméterekkel rendelkező modellt illesztettem. Fontos szempont volt hogy össze tudjuk hasonlítani a különböző szélsőtétedési törvényeket is, így minden modellt lefuttattam a quadratic illetve a power2 szélsőtétedési törvényekkel, megnövelve a modellek számát 6-ra.

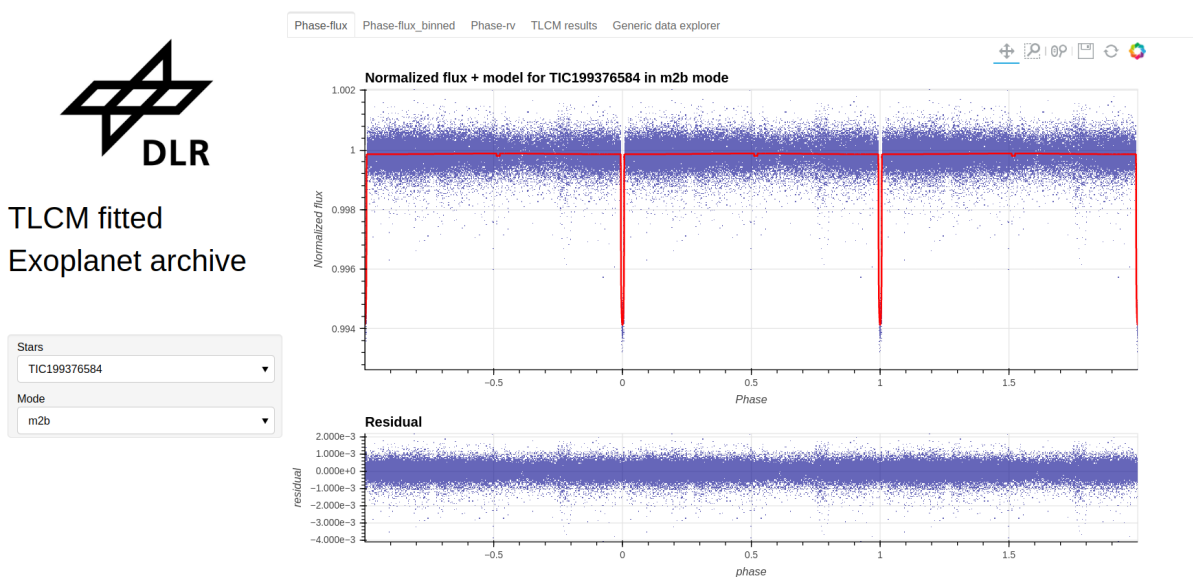
A kezdetben több mint 5000 bolygó több kiválasztási szűrőn esett át. A legfontosabb lépés az volt, hogy a célpont rendelkezzen TESS fénygörbével (lehetőleg 2 perces felbontással), valamint radiális sebesség adatok is álljanak rendelkezésre. A következő lépésekben az alap paraméterek határozták meg a szelekciós folyamatot, úgy mint a bolygó periódusa, epocha-ja, valamint a csillag effektív hőmérséklete, fémessége és a sugara. A szelekciós folyamat végére kb. 800 célpontot határoztunk meg.

Az adatok mennyisége miatt igen nagy számítási kapacitásra volt szükség a modellezési eljárás folyamatában, de szerencsére használhattam a DLR rendelkezésére álló számítógép-cluster-t, amely a modellezés párhuzamosításával nagymértékben megnövelte a hatékonyságot. Mindezekkel együtt a berlini tartózkodásom végére kb 150 bolygóra sikerült lefuttatni a teljes folyamatot. A munka folytatása jelenleg is zajlik, célként az átfogó adatbázis létrehozását tűztük ki.

A modellezés egészét egy régebbi, jól bevált rendszeren végeztem, de extra feladatként megkértek, hogy teszteljem a DLR szolgálatában álló CARA számítógép-cluster képességeit a TLCM szempontjából. A CARA¹ egy új HPC (high performance computing) cluster és lévén hogy kevés a hivatalos leírás, még nem nagyon van használatban a bolygókutató részleg által. Miután kaptam hozzáférést, némi utánajárással, sikeresen futattam a tesztjeimet. Céloom kettős volt. Először is létrehoztam egy “cookbook”-ot, amely használatával a DLR munkatársai könnyebben kiaknázhathják a rendszer lehetőségeit. A másik célként a különböző futtatási módszereket és a TLCM erőforrás igényeit térképeztem fel.

Végeredményben elmondható, hogy a CARA egy jelentős ugrás a DLR munkatársai számára a tudományos számítási feladatok végrehajtásában.

A létrehozott adatbázis könnyebb használhatósága érdekében szükség volt valamilyen platformra, amely képes megjeleníteni a meghatározott paramétereket valamint a modellezett fénygörbéket. Végül egy dashboard applikációval értem el a célt. Az applikáció a kiválasztott célpont, valamint a meghatározott modell alapján automatikusan generál releváns ábrákat, valamint a meghatározott paraméterek is egyszerűen, táblázat formájában hozzáférhetővé válnak.



1. ábra - Az exobolygó adatbázis dashboard applikációjának egy ábrája, amely a TIC 199376584 csillag egyik modell által generált illesztést ábrázolja.

A program előnye a dinamikus használat. Lehetőség van az ábrákon alapvető műveleteket alkalmazni (pl. nagyítás) ezáltal megvizsgálni az adatok integritását, a modellek pontosságát, illeszkedését vagy elmenteni a kiválasztott ábrát. Az adatbázis jelenleg még csak a DLR belső használatára áll készen, de miután kijavítottuk az esetleges hibákat és bővítettük az adatokat, publikusan is elérhetővé válik.

¹ <https://www.dlr.de/content/de/bilder/2020/01/supercomputer-cara.html>

Az adatbázis előzetes átnézése során egy érdekes felfedezésbe botlottunk. Az egyik bolygó esetében eddig nem megfigyelt okkultációra lettünk figyelmesek, és ami izgalmas, hogy az okkultáció kezdete előtti fluxus magasabb mint a tranzit kezdeténél. Több magyarázat lehet erre a jelenségre, az egyik, hogy a bolygó által visszavert csillagfény okozza a többlet fluxust. Ezt a folyamatot például a Sitzer (Deming & Knutson, 2020) is detektálta már egy másik bolygó esetében, de ami meglepő, hogy a látható tartományban is kumulálhatnak. Jelenleg a DLR-en belül folyik a további vizsgálat és az eredmények publikálása.

A második projektben, a CoRoT SRa01 mező kettőscsillagainak, elsősorban az NGC 2264 nyílthalmaz vizsgálatát tűztük ki célul. Az adatok már régebben lettek rögzítve (2014) és a nehézség a feldolgozásukban rejlett. Az észlelésre használt műszer a WHT multi-objektum spektrográfja (AF2 - WYFFOS) volt és a nyers adatok redukálása specifikus pipeline használatát tette szükségessé. A pipeline IDL-ben volt írva, de sajnos egy hiba miatt nem volt képes elvégezni a feladatot. Különböző módszerek alkalmazásával próbáltam feldolgozni az adatokat, de nem jártam sikerrel. Végül megtaláltam az eredeti programban a hibát és kijavítva, sikeresen feldolgoztam az 5 éjszaka méréseit. Végeredményben kb 400 csillag kontinuum normált és hullámhossz kalibrált adatait kaptam meg. A következő lépés ezen adatok alapján a célpontok pontos radiális sebességének meghatározása lenne keresztkorrelációs módszerrel, de sajnos erre a lépésre már nem jutott idő a látogatásom alatt. Az első projekt fontossága és mértéke lefoglalta a munkaidőm teljes egészét. A továbbiakban, Dr. Klagyivik Péterrel kooperálva tervezem a projekt folytatását és befejezését.

Összefoglalás:

A DLR-nél töltött időszak alatt betekintést nyerhettem egy extrém módon sikeres kutatócsoport munkájába. A kutatási projektek segítségével a csillagászat egy számomra új ágával ismerkedtem meg. Munkám során olyan módszereket, programozási és optimalizációs eljárásokat ismertem meg, amelyek nagy segítséget jelentenek a későbbi kutatások során. Lehetőségem volt használni HPC cluster számítógépeket és a tapasztalat szintén extrém módon hasznos lesz a jövőben, lévén hogy a csillagászat az egyik legkiemelkedőbb adatközpontú (big data) tudományág és elkerülhetetlen az ilyen típusú erőforrások használata.

A DLR bolygókutató részlegével igen jó munkaviszonyt sikerült kialakítani és a jövőbeli kooperáció bizonyos. A látogatásom végén egy szeminárium keretében bemutattam a teljes részlegnek a helyben végzett munkám eredményét és igen kedvező visszajelzéseket kaptam.

Hivatkozások:

1. Csizmadia Sz., 2020, MNRAS, 496, 4442 (2020)
2. Deming, D., Knutson, H.A. Highlights of exoplanetary science from Spitzer. *Nat Astron* 4, 453–466 (2020)