

3. félévi beszámoló

Kalup Csilla
kalup.csilla@csfk.org

ELTE CSILLAGÁSZAT ÉS ŰRFIZIKA DOKTORI PROGRAM

Témavezető: Dr. Molnár László

Dolgozat címe: *Gömbhalmazok vizsgálata nagy égboltfelmérések segítségével*

Bevezetés

A doktori kutatási programom célja a *Kepler* űrtávcső K2 missziója során észlelt, de eddig még fel nem dolgozott gömbhalmazok pulzációt és oszcillációt mutató csillagainak analízise. A vizsgálataim motivációját az a kérdés adja, hogy az M4 és M80 gömbhalmazokhoz hasonlóan megmérjem a csillagok fejlődése során elszenvedett tömegvesztést RR Lyrae és vörös óriáscsillagok segítségével. Mindezek mellé Gaia DR3 adatok alapján letisztult színfényesség diagramok állíthatók elő, melyen nemcsak, hogy egyértelműen elkülönülnek az egyes nevezetes csillagfejlődési stádiumok, hanem a precíz szín értékeknek köszönhetően csökken mind a hőmérséklet, mind a tömegbecslés hibája.

Az aktuális félévben végzett kutatások ismertetése

Vörös óriáscsillagok tömegvesztése az NGC 5897 gömbhalmazban

Az előző szemeszter során elkészültem az NGC 5897 gömbhalmaz vörös óriásainak differenciális apertúra fotometriájával, illetve különböző módszereket teszteltem arra vonatkozóan, hogyan lehetne az instrumentális effektusok kiszűrésével a spektrumok jel/zaj arányát növelni. Ezek alapján elkészítettem egy python notebook-ot, mellyel az egyes csillagokra specializáltan lehet lefuttatni a különböző „detrending” algoritmusokat. Ezzel lehetőségem van arra, hogy a különböző feldolgozási módszerekkel kapott eredményeket összevegyem, hogy ténylegesen konzisztensek-e, illetve hogy mekkora hibát okozhat a későbbi számolásokban az adatfeldolgozásból eredő bizonytalanság.

Szeptember elején egy pár napos vendégkutatói látogatáson volt nálam Madeline Howell ausztrál PhD hallgató, aki az M4 és M80 gömbhalmazok vörös óriásaiak fotometriájával és asztroszeizmológiai analízisével határozta meg empirikusan a tömegvesztés mértékét AGB és RGB csillagok között. Az NGC 5897 halmazsal nekem is ez a célom, így jelentős elméleti és szoftveres segítséget kaptam tőle. Ennek hatására 16 csillagra már sikerült kinyernem az oszcillációt jellemző ν_{max} értékeket. A skálázási relációk alapján, a kapott ν_{max} értékek felhasználásával meghatározható az egyes csillagok tömege:

$$\left(\frac{M}{M_{\odot}}\right) \simeq \left(\frac{\nu_{max}}{\nu_{max,\odot}}\right) \left(\frac{L}{L_{\odot}}\right) \left(\frac{T_{eff}}{T_{eff,\odot}}\right)^{-7/2}$$

Ezeket külön RGB és AGB csillagokra (melyeket Gaia szín-fényesség diagram alapján elkülöníthetünk) meghatározva az átlagos tömeg érték más lesz RGB és más lesz AGB csillagok esetén, a kettő közti csökkenés pedig a csillagfejlődés során elszenvedett tömegevesztésnek tudható be. Az NGC 5897 lenne a harmadik halmaz az irodalomban, melyre ez a fajta közvetlen, empirikus analízis elkészül, illetve az összes halmaz közt ez a legfémszegényebb minta. Az eredmények ezután összevethetőek RR Lyrae csillagok analízisével is, melyet a tavaszi félévben fogok elvégezni.

Doktori disszertáción felüli kutatási tevékenység: kisbolygó gyűrűk modellezése

A 2023/24 ÚNKP pályázatom keretében a Chariklo kisbolygó körül található gyűrűrendszer modellezésével is foglalkoztam. A DPS-EPSC 2023 konferencián kapcsolatba kerültem egy spanyol-amerikai csoporttal, akik a 2022-es James Webb űrtávcső által megfigyelt Chariklo okkultációs adatokon dolgoznak. A kollaboráció eredményeképp az őszi félév során ehhez a cikkhez szükséges modell futtatásokat is végeztem, mint hozzájárulás.

Publikációk

A 2023/24 tanév őszi félévében egy elsőszerzős rövid publikációm született, valamint társszerzője vagyok témavezetőm cikkének, melyben Gaia adatok feldolgozásával, valamint irodalmi összehasonlításokkal foglalkoztam.

2023 szeptember **Kalup E. Csilla és Kiss Csaba:**
ALMA Band-7 Flux Density Prediction of the Haumea Ring System for Ongoing Observations
Research Notes of the AAS, Volume 7, Issue 9, id.186.

2023 október **Molnár László és mtsai:**
To grow old and peculiar: Survey of anomalous variable stars in M80 with age determinations using K2 and Gaia
Astronomy & Astrophysics, Volume 678, id.A104, 23 pp.

Október végén a **NASA James Webb űrtávcső Cycle 3** felhívására adtunk be egy, a korábbi pályázatunk alapján újraírt és kiegészített új észlelési „proposal”-t:

Csilla Kalup (PI), Csaba Kiss (Co-PI),
és Thomas Müller (Co-I), Estela Fernandez-Valenzuela (Co-I), Benjamin Proudfoot (Co-I):
A PORTRAIT OF THE HAUMEA SYSTEM: DIRECT IMAGING OF THE DUST RING, NEAR-INFRARED CHARACTERISATION OF THE KNOWN MOONS, AND A DEEP SEARCH FOR NEW SATELLITES

Ezen kívül társszerző voltam egy poszteren, amelyhez észlelési hozzájárulásom volt:

2023 július **Mónica Vara-Lubiano és mtsai:**

Updated Size of the Trans-Neptunian Binary 2000 YW134 from a Stellar Occultation

Seventh edition of the Spanish Meeting of Planetary Sciences and Exploration of the Solar System (7th CPESS), held 11-13 July, 2023 in Valladolid, Spain

Konferenciák az aktuális félévben

Augusztus 28. és szeptember 01. között Budapesten részt vettem és sikeresen teljesítettem a **MESA Summer School** nevű nyári iskolát, ahol a doktori kutatási programommal összhangban elsajátítottam a MESA csillagfejlődési kód használatának alapjait, melyet szoftveres laborgyakorlatok segítségével mélyítettünk el. A laborgyakorlatokat sok esetben közvetlenül a MESA egyes egységeinek fejlesztőitől tanulhattuk el.

Október 02-06. között San Antonio-ban (Texas, USA) megrendezett **DPS-EPSC 2023** konferencián (első szerzőként) előadást tartottam az ÚNKP témámban végzett kutatási eredményekből:

Konferencia neve: 55TH ANNUAL MEETING OF THE DIVISION FOR PLANETARY SCIENCES JOINT WITH EPSC

Előadásom címe: *Radiative transfer modelling of Haumea's dust ring*

Január 29. és február 02. között Leidenben részt vettem a **MWGaiaDN Induction School** nevű téli iskolán, ahol a doktori kutatási programom következő lépéseként Gaia adatok feldolgozási módszereiről tanultam, valamint a téli iskola részeként Gaia fotometriai mérések alapján gömbhalmazok előtti vörösödés térképek elkészítésén is dolgoztam, melyeket a szín-fényesség diagramok pontosítására tudok majd használni.

Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben

A félév során egy kurzuson vettem részt és tettem sikeres, jeles értékelésű vizsgát:

- (EXO)BOLYGÓLÉGKÖRÖK SZEMINÁRIUM I. (Forgácsné Dajka Emese, Kiss Csaba)

Oktatási és szakmai közéleti tevékenység

- I). **ÜGYELETES CSILLAGÁSZAT:** A Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Mátrában található Piszkéstetői Megfigyelőállomásán láttam el ügyeletes csillagász teendőket. Az ősz során 2 hetet voltam ügyeletben.
- II). **DIÁKOLIMPIAI FELKÉSZÍTŐ SZAKKÖRÖK:** Részt veszek az Athletica Galactica Kárpát-medencei középiskolai csillagászati és asztrofizikai verseny döntőjére (mely a Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia magyar keretének válogatója is) felkészítő olimpiai szakkör tartásában. Az őszi szemeszter végéig (2024 január) az összesen 11 alkalomból 8 zajlott le, ebből kettőt én tartottam szférikus csillagászat I.

és II., valamint planetáriumi gyakorlat témakörökben. A szakkörök szombati napokon, az ELTE-n, 09:00-15:00 között zajlanak.

<https://www.athleticagalactica.hu/budapesti-olimpiai-szakkor>

<https://www.athleticagalactica.hu/felkeszitok>

III). TÉMAVEZETÉSEK:

- Kertész Balázs elsőéves Fizika BSc hallgató ÚNKP témavezetője vagyok. A kutatási program címe: "Az RU Vul távcsöves észlelése, a mérések fotometriai analízise, a pulzációs állapot karakterizálása". Munkánk során piszkéstetői RC80 mérések abszolút fotometriájával foglalkozunk.
- Simon-Zsók Anett másodéves Fizika BSc hallgató társtémavezetője (témavezető: Dr. Meridith Joyce) és ÚNKP témavezetője vagyok. Közös munkánk során gömbhalmazok Gaia szín-fényesség diagramjainak összeállításával és izokrón illesztéssel foglalkozunk, amelyhez én az észlelési és adatfeldolgozási oldalról járulok hozzá. Anett a 2023. évi Csillagász kari TDK-n az *Extragalaktikus* szekcióban megosztott I. helyezést ért el. A TDK dolgozat címe: "Gömbhalmazok kormeghatározása űrtávcsöves adatokra illesztett izokrónokkal".
- Kinyó András másodéves Fizika BSc hallgató társtémavezetője (témavezető: Dr. Kiss Csaba) vagyok. A közös munkánk során nyílt forráskódú, python alapú NEATM modell kód létrehozásával foglalkozunk. András a 2023. évi Csillagász kari TDK-n a *Naprendszerbeli* szekcióban I. helyezést ért el. A TDK dolgozat címe: "Naprendszerbeli kis égitestek nyílt forráskódú termálismodellje". Jelenleg az András által megírt kódból és az eredményekből egy publikáció már előkészületben van.

Díjak, elismerések

A 2023/24 tanévre idén is elnyertem a 12 hónapos **ÚNKP kutatói ösztöndíjat**.

A kutatási tervem címe:

Kisbolygó gyűrűk nyomában: a Chariklo és Quaoar rendszerek modellezése.

Témavezetőm: Dr. Kiss Csaba (CSFK)

Elnyertem a Europlanet Science Congress (EPSC) **utazási támogatását**, mellyel a DPS-EPSC 2023 konferenciáján így részt tudtam venni.