

1. félévi beszámoló

Ádám Rozália (adam.rozalia@csfk.org)

Csillagászat és Űrfizika PhD program

Témavezető: Dr. Molnár László (ELKH CSFK)

A dolgozat címe: Többes rendszerek vizsgálata űrtávcsövek segítségével

Bevezetés

Az Univerzum csillagainak többsége kettős vagy többes rendszer tagja. Dinamikai vizsgálatok segítségével a kettőscsillagok komponenseinek fizikai paraméterei nagy pontossággal meghatározhatók. Ilyen objektumokról számos űrtávcső gyűjtött megfigyeléseket, amelyek közül többel is tervezem foglalkozni elsajátítva azok használatát.

Terveim között szerepel többek között a legfényesebb kettős rendszerek vizsgálata a SMEI és TESS űrtávcsövek segítségével, illetve pályaparaméter-illesztésekkel. Továbbá a pulzáló változókat tartalmazó, illetve erős csillagaktivitást mutató rendszerek keresése az OGLE és a TESS adatokban, és a kiválasztott jelöltek analízise. A célom pedig az, hogy a doktori kutatásaimat olyan, átfogóbb elemzésekkel fejezzem be, ahol több módszerrel is modellezhető rendszereket vizsgálok. Ez lehet például fényes, pulzáló vagy oszcilláló tagot tartalmazó rendszerek együttes vizsgálata dinamikai, spektroszkópiai és szeizmológiai szempontokból.

Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése, publikációk

A többes rendszerek dinamikai vizsgálata során többéves adatsorok szükségesek, melyekkel a legnagyobb pontosságot érhetjük el. Ilyen adatsorok lehetőséget nyújtanak továbbá a tágabb rendszerek elemzésére is. Az Optical Gravitational Lensing Experiment (OGLE) biztosít például ilyen hosszúságú mérési sorokat. Az OGLE égboltfelmérés elsődleges célja a sötét anyag utáni kutatás volt mikrolencsézéssel. Ennek érdekében sűrűbb égterületeket mért, mint például a galaktikus dudor (Bulge) térségét. A rengeteg kimért objektum között sok változócsillag is szerepel, melyből az OGLE kutatócsoport típusonként katalógusokat hozott létre. Az ilyen nagy csillag-sűrűségű területek mérése ugyanakkor gyakran az objektumok összemérésével jár.

Mesterszakos diplomamunkámban az OGLE-IV kettőscsillag katalógusával foglalkoztam, a célpont kettősök háttérében kerestem változócsillagokat. Ennek érdekében a fény-

görbék tisztítottam meg először a kettős jelétől, majd periodikus jeleket kerestem bennük PDM (fázis diszperzió minimalizáció) és Lomb-Scargle módszerrel. Ezt követően a reziduál fénygörbék átnézésével, valamint azok Fourier paramétereinek kiszámításával és az OGLE katalógusbeli értékekkel való összehasonlítással klasszifikáltam őket. Összesen 292 darab új változócsillagot azonosítottam be és katalogizáltam.

Doktori tanulmányaim első félévében e korábbi eredményeimet kiegészítve újabb módszerekkel és további statisztikai elemzéssel az első elsőszerzős publikációmát készítettem el az eredményeimből. Többek között elsajátítottam a konfúziós mátrix elkészítésének és elemzésének gyakorlatát. Az **1. ábrán** szerepel az általam elvégzett Fourier paramétereken és szemmel való átnézésen alapuló klasszifikáció eredményének összevetése egy gépi tanulós kép-alapú klasszifikáló [1, 2] eredményeivel. Az ábrán 246 változó megoszlása szerepel, mivel csak ezek esetében határozott meg a gépi tanulós módszer 80% feletti valószínűséggel egyetlen változó típust az adott objektumra. A vizsgált adathalmaz esetén a klasszifikációk között 93%-os az egyezés.

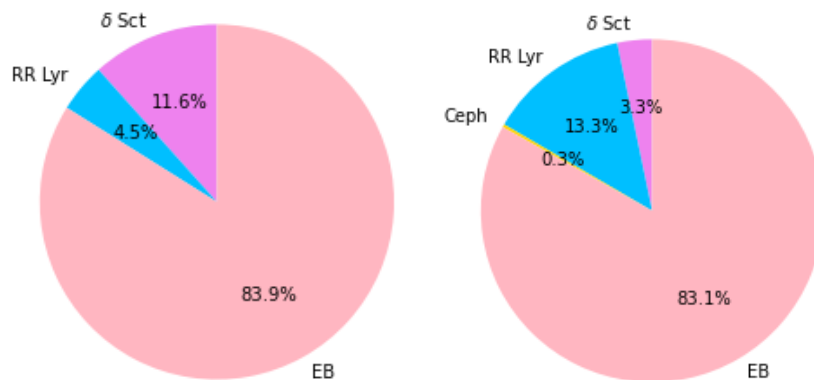
Image-based classification

	Algol	β Lyrae	W UMa	δ Scuti	RRc	RRd
Algol	16	0	6	0	0	0
β Lyrae	1	2	4	0	0	0
W UMa	0	0	176	4	0	0
δ Scuti	0	0	0	34	0	0
RRc	0	0	3	0	0	1
RRd	0	0	0	0	0	0

Fourier and visual classification

1. ábra. Konfúziós mátrix az általam elvégzett, Fourier-paramétereken és fénygörbe átnézésen alapuló, valamint a gépi tanulós módszer klasszifikációjának eredményeiről.

A publikációm elkészítése során az általam létrehozott katalógus statisztikai elemzését is elvégeztem. Összevetettem a beazonosított változócsillagok típusbeli megoszlását az OGLE katalógusokban¹ szereplő összes változóéval. Az objektumok eloszlása egy-egy kördiagramon szerepel a **2. ábrán**. Az általam létrehozott katalógusban egy cefeida sem szerepel, mivel egyelőre a rövid periódusú ($P \lesssim 1$ nap) tartományt értékeltem ki a relatív Fourier-paramétereken alapuló klasszifikáció során. A fedési kettőscillagok (EB) megoszlása közel azonos, mindkét esetben 83-84%. A δ Scuti és RR Lyrae típusú változók közötti lényeges eltérés mögött az objektumokra jellemző fizikai tulajdonságok állnak. Az RR Lyrae típusú csillagok fényes, öreg csillagok, melyek közül eddig egyet sem azonosítottak fedési kettős rendszer tagjaként. Valamint, ha véletlen egy irányban is látszanának a mért kettőssel, túlragyognák azt fényességük miatt, és így az OGLE csoport megtalálta volna őket. Ezzel szemben a δ Scuti pulzálók sok esetben kettős rendszer tagjai és a fényességük is összemérhető a kettősékével.



2. ábra. A talált változók (bal) eloszlásának összehasonlítása az OGLE katalógusokban szereplő változókéval (jobb).

Elsőszerzős publikációm, melynek címe *Variable stars in the residual light curves of OGLE-IV eclipsing binaries towards the Galactic Bulge*, az *Astronomy & Astrophysics* folyóiratba küldtem be bírálatra idén januárban.

¹<ftp://ftp.astrouw.edu.pl/ogle/ogle4/OCVS/blg/>

Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben

Teljesített kurzusok:

- Az exobolygók kutatása (Dr. Szabó Róbert, Dr. Molnár László, FIZ/5/040)
- Fejezetek a többes csillag- és bolygórendszerek elméleti és megfigyelési kérdéseiből I. (Dr. Borkovits Tamás, FIZ/5/041)

A félév során részt vettem továbbá egy Erasmus+ fedési kettős és asztroszeizmológiai nyári iskolán La Palmán, Spanyolországban. Az egyhetes képzés során több program-csomag használatát is elsajátítottam (pl. PHOEBE, lightkurve, pythia), valamint az asztroszeizmológia alapjaival, valamint vizsgálati módszereivel kapcsolatos fontos ismereteket szereztem. Az iskola utolsó napján tartott cikk-, illetve pályázatírói rövid kurzus is hozzájárult a publikációm elkészítéséhez.

Konferenciák az aktuális félévben

Rendszeresen részt vettem a CSFK Csillagászati Intézetének szemináriumaim személyesen vagy online.

Oktatási tevékenység az aktuális félévben

- Csillagászati észlelés gyakorlatok 2. gyakorlat kéthetente 2 óra

Hivatkozások

- [1] Szklenár et al., The Astrophysical Journal Letters, 897:L12 (2020)
- [2] Szklenár et al., The Astrophysical Journal, 938:37 (2022)