

ELTE Fizika Doktori Iskola - Féléves beszámoló

Forró Adrienn (forro.adrienn@csfk.mta.hu) 2018/2019/1.félév

Program: Részecskefizika és csillagászat

Témavezető: Dr. Szabó Róbert

Társ-témavezető: Dr. Molnár László

Kutatási téma: Space photometric investigations of classical pulsating variable stars

1. Bevezetés

A Kepler-űrtávcső eredeti missziója során (2009-2013) a Hattyú és a Lant csillagképek irányában, előre meghatározott csillagok (Kepler Input Catalog, KIC) fényességét vizsgálva kutatott exobolygó tranzitok után. A program fő tudományos célkitűzése statisztika készítése volt arra vonatkozóan, hogy a csillagok hány százaléka körül található kőzetbolygók az ún. lakhatósági zónán belül. Jellemzően csak a célobjektumhoz tartozó pixeleket és néhány háttérpixelt töltöttek le. Az űrtávcső negyedévente 90 fokos fordulatot tett a napelem-paneljének hatékony működése érdekében, így mérései, adatsorai negyedekre (quarter, Q0-Q17) oszthatók.

A Kepler Pixel Project célja új pulzáló és egyéb típusú változócsillagok keresése a fő Kepler-célpontok körüli háttérpixeleken. Témavezetőm erre a Q4-es negyed (2009.12.19-2010.03.19.) során végzett "long-cadence" (30 perc integrálási idő) mérések adatait töltötte le, és készítette el a fénygörbéket a mintegy 6 millió egyedi pixelre. Mivel a projekt keretein belül főleg pulzáló változókat (RR Lyrae-eket) kerestem, így a keresési kritérium 0,25-1 napos periódus volt, valamint az, hogy a fő periódus két harmonikusa is jelen legyen csökkenő amplitúdóval. Ezzel a módszerrel azonban nem csak a már ismert és új RR Lyrae-eket sikerült azonosítani, hanem nagy számban talált az algoritmus egyéb változókat, így fedési kettősöket is.

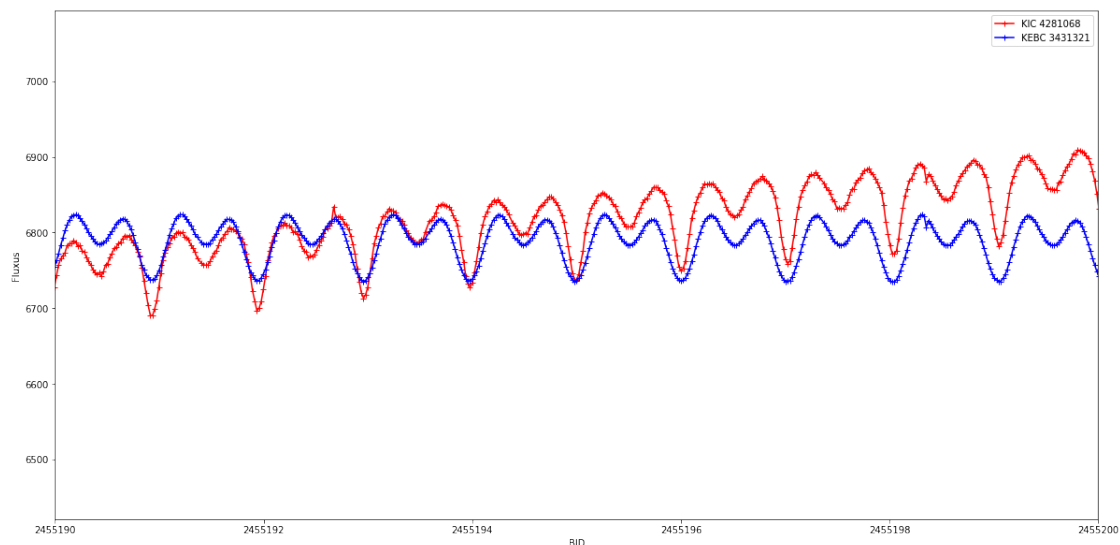
2. Kutatási tevékenység

A háttérpixeleken talált 1272 lehetséges új fedési változó vizsgálatával kezdtem a kutatásomat. Az első lépésem az volt, hogy kizárjam a listából azokat, melyek már szerepelnek a Kepler-úrtávcső fedési kettősöket tartalmazó katalógusában, az ún. Kepler Eclipsing Binary Catalog-ban (KEBC, <http://keplerebs.villanova.edu/>). A katalógus 2909 fedési kettőst tartalmaz, az összevetés során az 1272-ből 495 már szerepelt a katalógusban, így a listám 777 új fedési kettősre szűkült.

A félévi kutatásom következő lépése az volt, hogy meggyőződjek arról, hogy ez a 777 fedési kettős valódi pozitív, azaz nem instrumentális effektusnak köszönhető a fénygörbéjük, illetve az abban megfigyelhető változás. A Kepler optikai elrendezése következtében több okból is keletkezhet hamis jel a CCD-n. Egy fényes csillag esetében telítődhetnek az adott pixelek CCD-n, így azokban az oszlopokban "szétfolyhat" a csillag képe, ugyanazt a jelet láthatjuk az abban az oszlopban található pixeleken. Keletkezhet szellemkép azáltal, hogy a beérkező fény a CCD-ről a korrekciós lemezre tükröződik, majd onnét visszatükröződik egy másik CCD-re, így a képen középpontra tükrözve jelenhet meg szellemkép. A pixelek mérete 4", előfordulhat, hogy egy pixelre több csillag esik, ekkor fényük összeolvad.

A MAST-ról (Mikulski Archive for Space Telescopes, <https://archive.stsci.edu/index.html>) lekérdeztem, hogy a 777 valószínűleg új fedési változót tartozó pixelek pontosan hol helyezkednek el a CCD-ken, annak érdekében, hogy ki tudjam szűrni az esetleges instrumentális effektusokból származó hamis jeleket. Összevettem a már említett 777 fénygörbén megfigyelhető periódust a KEBC-ban szereplő, ismert fedési kettősök periódusával azért, hogy kizárhassam, hogy a katalógusban szereplő csillag fényesség-változása jelenik meg az általam vizsgált pixeleken. Négy tizedesjegy pontossággal kerestem egyezést a periódusokban, azok felében, valamint kétszeresében. A vizsgált 777-ből 163 esetben találtam azonos periódussal rendelkező katalógusbeli csillagot. Annak eldöntésére, hogy valóban hamis pozitívokról van-e szó, vagy esetleg csak a periódus esik egybe, ábrázoltam ezt a 163 fénygörbét, összevetve azzal a katalógusbeli fedési változó fénygörbéjével, amellyel azonos periódust mutat. Egyetlen olyan esetet találtam (KIC 4281068), ahol valóban megegyezik a két jel alakja és fázisa is, azaz hamis pozitívról van szó (1. ábra).

A munka elsődleges célja, hogy a felfedezett nagy számú új fedési kettőscsillag fényváltozását alaposan megvizsgáljuk, és az eredményeket egy referált folyóiratcikkben megjelentessük. Fontos hangsúlyozni, hogy az általunk talált 776 db fedési változó (2. ábra) 27%-kal növeli a Kepler-mezőben ismeretes fedési változók számát, ami egyrészt az exobolygó-gyakorisági statisztikák megbízhatóbb meghatározását segíti elő, másrészt fon-



1. ábra. A KIC 4281068 fénygörbéjének egy kinagyított szelete, összevetve a vele megegyező periódusú, a KEBC-ban szereplő KIC 3431321 fénygörbéjével

tos terepe lesz különleges (hármass, szoros kölcsönható, elfajult komponens(ek)e)t tartalmazó, stb.) rendszerek felfedezésének és behatóbb vizsgálatának.

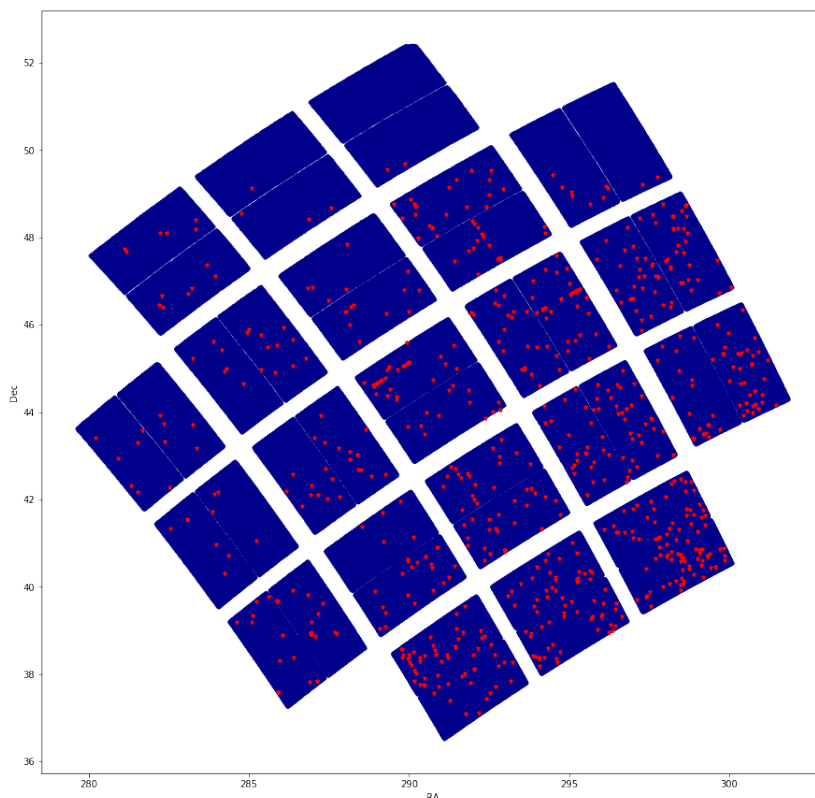
A rövid (esetünkben 0,25 nap és rövidebb) keringési periódusú fedési kettőscsillagok hasonló módszerrel történő vizsgálata külön projekt keretében fut John Bienias (MTA CSFK CSI) vezetésével, amiben szintén részt veszek: a fent említett módszerrel a talált jelöltek megerősítését végzem. Ez a munka szintén egy referált folyóiratcikk írását vetíti előre a következő hónapokban.

Csatlakoztam egy Machine Learning projektbe is, melynek célja egy olyan deep learning algoritmus fejlesztése, amely képes nagy pontossággal klasszifikálni az egyes változócsillag típusokat a fénygörbéjük alapján. A projektben együtt dolgozom Tarczay-Nehéz Dórával, Mező Györggyel (MTA CSFK KTM CSI) és Szeleczky Zoltánnal. A projektben együttműködnek velünk az MTA SZTAKI munkatársai is, használhatjuk hozzá az MTA Cloud szolgáltatását. A projekttel kapcsolatban december folyamán látogattunk el témavezetőmmel és Mező Györggyel az MTA SZTAKI épületébe egyeztetni a részletekről.

3. Tanulmányok

A félév során az alábbi kurzusokat vettem fel:

- Haladó informatika a csillagászatban I.EA (FIZ/2/031E)
- Csillagászati adatbázisok (FIZ/2/108E)



2. ábra. A Kepler-űrtávcső látómezeje (sötét háttér) és az új fedési kettősök (piros '*'-ok)

- A Naprendszer peremén (FIZ/2/087E)
- Adatbányászat és gépi tanulás (FIZ/3/084)

4. Konferenciák

Részt vettem az 2018.10.29-30-án Budapesten megrendezett HEPTECH AIME ML&VA on Clouds elnevezésű workshopon, melynek fő témái a big data és a machine learning voltak. (<https://indico.kfki.hu/event/904/overview>)

5. Egyéb tevékenység

Az ESO (European South Observatory, Európai Déli Obszervatórium) magyar weboldala számára (<https://www.eso.org/public/hungary/>) lefordítottam 6 ismeretterjesztő cikket / szervezeti közleményt.