

ELTE Fizika Doktori Iskola – Féléves beszámoló

Forró Adrienn (forro.adrienn@csfk.mta.hu) 2019/2020/1. félév

Program: Részecskefizika és csillagászat

Témavezető: Dr. Szabó Róbert

Társ-témavezető: Dr. Molnár László

Doktori 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, 160000 előre meghatározott csillag fényességét vizsgálva kutatott exobolygó tranzitok után. Az eszköz több nagyságrenddel pontosabb fényességmérést tett lehetővé, mint a korábbi földi műszerek. Ráadásul a nagy számú csillagot gyakorlatilag megszakításmentesen tudta megfigyelni, 30 (esetenként 1) perces mintavétellel. Az űrtávcső negyedévente 90 fokos fordulatot tett a napelem-paneljének hatékony működése érdekében, így mérései, adatsorai negyedekre (quarter, Q0 – Q17) oszthatók.

Az űrtávcső missziója során csak a célobjektumokhoz tartozó pixeleket és körülöttük néhány háttérpixelt töltöttek le, az eddigi kutatások pedig a fő célpontlista csillagait célozták. A háttérpixelek tartalmának szisztematikus vizsgálatára még nem került sor. Az eredeti célpontok körüli háttérpixelek számos csillag eddig nem ismert változásait fedhetik fel.

A Kepler Pixel Project célja új pulzáló és egyéb típusú változócsillagok keresése a fő célpontok körüli eddig alig vizsgált háttérpixelekben. A projekt első lépése a Q4-es negyed (2009. december 19. – 2010. március 19.) idősorainak alapos elemzése volt, melynek során a mintegy 6 millió egyedi pixelben kerestünk pulzáló változócsillagokat. Ezek között nagy számban találtunk egyéb típusú változókat, így fedési kettősöket is. A látómezőben található fedési kettőscsillagok száma fontos paraméter a hamis pozitív exobolygó detektálás számának becslésére.

Az előző félévekben az 1272 fedési kettőscsillag jelölt vizsgálatával kezdtem a kutatásomat. A jelöltek közül 495-öt sikerült azonosítani a Kepler-látómezőben található fedési változókat gyűjtő, Kepler Eclipsing Binary Catalog nevű katalógusban. Ezután meggyőződtem a megmaradt jelöltek valódiságáról, kiszűrve a lehetséges instrumentális hatásokat és a kontaminációkat. Egy hamis pozitívot találtam a mintában, így 776 jelöltem maradt, ami jelentős hozzájárulás az említett katalógus 2922 csillagához. A következő lépés a (főleg a) háttérben azonosított jelöltek lehető leghosszabb időszakot lefedő fénygörbéjének elkészítése volt, így a többi negyed méréseit is felhasználtam. Előfordul, hogy nem minden negyedben találunk mérést az adott célponthoz, mert az a CCD modul, ahova esett épp a csillag, nem végzett mérést abban a negyedben, vagy mert az eredeti célpont körül az adott negyedben kisebb háttérrel töltöttek le. Elkészítettem a jelöltek 4 éves (Q1-17) fénygörbéjét.

2. Az aktuális félévi kutatási tevékenység:

Ugyanazon kép különböző pixeljei is mutathatnak eltérő trendeket, az egyes negyedekre is más-más trend jellemző. Ez különösen megnehezíti az összeillesztett hosszú fénygörbe elemzését. A trendlevonást a Q4-es fénygörbékkel kezdtem. Első lépésben Savitzky-Golay filtert alkalmaztam az adatokra, ez az esetek többségében jó eredményt adott, voltak a fénygörbéknek azonban olyan szakaszai, ahol nem működött jól. Következő lépésként kipróbáltam a Hippke és mtsai (2019) által publikált Wotan nevű Pythonban kódot, amely jelentősen tisztább normalizált fénygörbét eredményezett, mint az előző módszer, így a továbbiakban ezt használtam.

Az összeillesztett fénygörbék azonban a trendek levonása után is egyenetlenek. Ennek az az oka, hogy különböző negyedekben eltérő a fluxus nagysága, a fedési minimumoknak a mélysége is (egyres negyedekben látszik a teljes jelölt a háttérben több pixelen, míg másokban csak 1-2 pixel található). Erre megoldást jelenthet az adatok összeillesztés előtti skálázása például a Q4-es negyedhez képest (Benkő és mtsai 2014).

A target pixel file-ok átnézésekor megfigyelhető, hogy számos jelölt esetében a kereső algoritmus által megtalált pixel mellett is tartalmazza még a jelöltünket. Fontos, hogy minden olyan, az objektumot tartalmazó pixelt összeadjunk, amivel még növelni tudjuk a jel/zaj arányt. A kutatómunka következő lépése, hogy megtaláljuk a jelöltjeink optimális apertúráját mind a 17 negyedben (folyamatban).

Elkészítettem a feltekert fénygörbéket, ezek átnézése mutatott rá, hogy a korábban Lomb-Scargle periodogrammal meghatározott periódusok nem egészen pontosak, azonban többnyire csak a 4.-5. tizedesjegyben szükséges a korrekció. Erre a fázis diszperzió minimalizálás (PDM) módszerét használom fel, a periódusok pontosítása még folyamatban van.

A Telc-ben megrendezett konferencián az előadásom után megkeresett Andrej Prsa, akinek és akinek munkatársainak a nevéhez a Kepler mező ismert kettőscsillagait gyűjtő katalógus készítése a nevéhez fűződik. Ők más módszerrel azonosították a kettőscsillagokat. A publikált katalógusukon túl, van több ezer eddig azonosítatlan jelöltjük a mezőben, így egy együttműködés kezdődött a jelöltjeink keresztazonosítása céljából.

3. Tanulmányok:

A félév során az alábbi kurzusokat vettem fel:

- Asztrofizikai megfigyelési módszerek EA (FIZ/2/034E)
- Fekete lyuk fizika (FIZ/2/122)

4. Konferenciák:

2019.08.19-23., Bécs, Ausztria: Stars and their variability observed from space - konferencia poszter
(*A. Forró, R. Szabó, T. Hajdu*: Eclipsing binaries hiding in the background: The Kepler Pixel Project)

2019.09.07-11., Telc, Csehország: Universe of binaries, binaries of the universe - konferencia előadás
(*A. Forró, R. Szabó, T. Hajdu*: Eclipsing binaries hiding in the background: The Kepler Pixel Project)

2019.10.13-18., Cloudcroft, New Mexico, USA: RRL/CEP 2019 – konferencia előadás
(*R. Szabó, A. Forró, J. Bienias*: Status report on the Kepler Pixel Project)

Hamarosan konferencia kiadványok is meg fognak jelenni, a bécsi proceedingsbe 2 oldalban, a telc-iben 4 oldalban mutatom be eddigi eredményeimet.

5. Egyéb tevékenység:

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