

III. félévi beszámoló
Szölgyén Ákos (szolgyen@caesar.elte.hu)
Részecskefizika és csillagászat program
Témavezető: Dr. Kocsis Bence
A dolgozat címe: Fekete lyukak dinamikája galaxismagokban

1. Előzmények

A PhD képzés első szemeszterében elkezdett, majd a második szemeszterében befejezett kutatásom célja a fekete lyukak és a nagy tömegű csillagok statisztikai eloszlásának meghatározása volt a galaxismagokban. A kutatásom eredményeit, témavezetőmmel közösen, egy szakcikkből foglaltuk össze, amelyet 2018 tavaszán beküldtünk a *Physical Review Letters* folyóiratnak. A cikkünk elfogadását követően a 2018. szeptember 7-i szám címlapján jelent meg. Az eredménynek nagy visszhangja volt a populáris médiában is: több mint 11 hazai és több mint 24 nemzetközi internetes vagy nyomtatott újságban jelent meg, valamint a youtube SciShow műsor is bemutatta (lásd: a beszámoló 8. pontja).

A kutatási projekt lezárultával a gömbhalmazok sztellárdinamikai tulajdonságait kezdem vizsgálni Kocsis Bencével és Yohai Meiron posztdoktorral. (A kutatási téma rövid bemutatása megtalálható az előző szemeszteri beszámolóban.)

2. Kutatási tevékenység

A nyár folyamán egy hetet töltöttem a Heidelbergi Egyetem Csillagászati Intézetében, ahol Yohai Meironnal a gömbhalmazokban kialakuló tömegszegregáció inklináció függőségét vizsgáltuk, direkt N-body szimulációk adataiban, különböző kezdeti feltételek függvényében. A kezdeti feltételeinket, a gömbhalmazok csillagainak helyzeteire és sebességeire vonatkozóan, a legegyszerűbb ún. Plummer-modell által meghatározott eloszlásfüggvénynek megfelelően állítottuk elő [1]. A kezdeti modellt később módosítottuk a csillagok tömeg-függvényének, valamint a csillagpályák kezdeti inklináció-eloszlásának változtatásával. A kutatásunkat a Heidelbergben dolgozó kollégákkal megismertettük és a javaslataikat megfontolva, itthon folytattuk.

A későbbiekben az ún. forgó King-modelleket használtuk kezdeti feltételként [1]. Egy régi, fortan programozási nyelven írt kezdeti feltétel generáló programot felhasználva egy algoritmust fejlesztettem, amely a mi szimulációs programjainkkal kompatibilis bemeneti adatokat állított elő. (A megfelelő mértékegységek megtalálása - a dokumentáció hiányában - nem volt triviális feladat.) Ellenőrzés gyanánt elvégeztük a Hong et al. [2] cikk eredményeinek reprodukálását. Ezt követően legyártottunk több, különböző forgási sebességű és csillagszámú gömbhalmazt. Ezeket felhasználva szimuláltuk a csillagok kölcsönhatásait, a rendszer időfejlődését. A szimulációkat kiértékelve megfigyeltük a gömbhalmazok párolgását, a csillagok tömegszegregációját és mag összeomlását is a kéttest-relaxáció eredményeképp. A forgó modellek esetében erős jelét látjuk az anizotrop tömegszegregációnak, ennek minden kétséget kizáró bizonyítása jelenleg is folyik.

A kutatás dokumentálásaként egy kéziratot készítettem. A kézirat készültségi állapota majdnem teljes, a bizonyítás kimenetelének függvényében készül el az eredmények interpretációja és a konklúzió. Ezt követően a szakcikket publikáljuk.

[1] J. Binney & S. Tremaine, *Galactic Dynamics*, Princeton University Press (2008)

[2] J. Hong et al., Comparative study between N-body and Fokker-Planck simulations for rotating star clusters - II. Two-component models, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **430**, 2960–2972 (2013).

3. Publikáció

- Á. Szölygén & B. Kocsis, Black Hole Disks in Galactic Nuclei, *Physical Review Letters*, 2018, Volume **121**, Issue 10, doi:10.1103/PhysRevLett.121.101101

4. Konferencia részvétel

- YAGN18 - *Young Astronomers on Galactic Nuclei 2018*
Meghívott előadóként az ELTE-n október 29. és 31. között.
- SFB Workshop on Star Clusters around the Milky Way and in the Local Group (2018)
Meghívott előadóként az Universität Heidelberg-en, augusztus 15. és 17. között.
- UNSOLVED PROBLEMS in Astrophysics and Cosmology (2018)
Segítőként és hallgatóként az ELTE-n július 2. és 6. között.
- MODEST-18 - *18th workshop on Modeling and Observing DENSE Stellar systems*
Előadóként a Northwestern University szervezésében a görögországi Santorin június 25. és 29 között.

5. Hallgatott kurzusok

- A magfizika kísérleti eljárásai (FIZ/2/022)
- Csillagászati adatbázisok (FIZ/2/108E)

6. Szeminárium részvétel

- Heti rendszerességű Astrophysics Lunch
- Heti rendszerességű GalNUC Seminar
- Kéthetente tartott intézeti Ortway Kollokvium

7. Oktatott kurzus

- Vektorszámítás gyakorlat (vektorf18ga) a 2018/2019-es tanév első szemeszterében

8. Szakmai közéleti tevékenység

- Nemzetközi sajtómegjelenések (24+):
 - Discover Magazine
<http://blogs.discovermagazine.com/d-brief/2018/09/13/black-holes-orbit-milky-way/>
 - Astronomy.com
<http://www.astronomy.com/news/2018/09/thousands-of-black-holes-form-disks-in-the-center-of-the-galaxy>
 - Phys.org
<https://phys.org/news/2018-09-black-hole-disks-centers-galaxies.html>
 - Newsweek
<https://www.newsweek.com/there-could-be-invisible-galaxy-hiding-milky-way-thousands-black-holes-1108983>
 - Space Daily
http://www.spacedaily.com/reports/Black_Hole_Disks_May_Be_Hiding_in_the_Centers_of_Galaxies_999.html
 - ScienceSprings.com
<https://sciencesprings.wordpress.com/2018/09/13/from-discover-magazine-thousands-of-black-holes-form-disks-in-the-center-of-the-galaxy/>
 - Reddit
https://www.reddit.com/r/DamnInteresting/comments/9d9v7w/black_hole_disks_may_be_hiding_in_the_centers_of/
 - University of Cambridge, Science News
https://www.dmg.msm.cam.ac.uk/++contextportlets++plone.rightcolumn/science-news/full_feed
 - Centredailytimes.org
<https://centredailytimes.org/technology/shaded-gap-disks-hiding-products-services-galaxies-44088882>

- Livenewsnow.net <https://livenewsnow.net/technology/shaded-gap-disks-hiding-products-services-galaxies-48600286>
- 17ok.org
<https://17ok.org/technology/invisible-galaxy-hiding-milky-thousands-48444240>
<https://17ok.org/technology/shaded-gap-disks-hiding-products-services-galaxies-44482226>
- LongRoom.com
<https://www.longroom.com/discussion/1167634/black-hole-disks-may-be-hiding-in-the-centers-of-galaxies>
- Codigooculto.com (spanyolul)
<https://codigooculto.com/2018/09/una-galaxia-invisible-podria-estar-oculta-en-la-via-lactea/>
- mundo.sputniknews.com (spanyolul)
<https://mundo.sputniknews.com/espacio/201809101081851946-galaxia-invisible-oculta-via-lactea/>
- HispanTV (spanyolul)
<https://www.hispantv.com/noticias/ciencia-tecnologia/387757/cientificos-galaxia-invisible-via-lactea-agujero-negro>
- Avaruus.fi (finnül)
<https://www.avaruus.fi/uutiset/tahdet-sumut-ja-galaksit/tutkijoiden-ennustus-mustista-aukoista-muodostunut-jattilaismainen-kiekkopiileskelee-galaksimme-ytimessa.html>
- X-mol (kínaiul)
<http://www.x-mol.com/paper/802434>
- ZAP.aceiou.pt (portugálul)
<https://zap.aceiou.pt/astrofisicos-desconfiam-galaxia-invisivel-via-lactea-217641>
- Ciberia.com.br (portugálul)
<https://ciberia.com.br/galaxia-invisivel-na-via-lactea-44904>
- Ultimas Curiosidades (portugálul)
http://ultimas-curiosidades.blogspot.com/2018/09/astrofisicos-desconfiam-que-ha-uma.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+blogspot%2FDDUUOE+%28Ultimas+Curiosidades%29
- Maszol.ro (magyarul)
<http://www.maszol.ro/index.php/tech-tudomany/101317-magyar-kutatok-bukkanhattak-ra-izgalmas-egi-jelensegre>
- Parameter.sk (magyarul)
<https://parameter.sk/fekete-lyukakbol-allo-korongok-rejtozhetnek-galaxisok-kozepen>
- Infowars.com
<https://www.infowars.com/thousands-of-black-holes-form-disks-in-the-centers-of-galaxies/>
- Whatsinthenews.co.uk
<https://www.whatsinthenews.co.uk/thousands-of-black-holes-form-disks-in-the-center-of-the-galaxy/>
- Hazai sajtómegjelenések (11+):
 - Eötvös Loránd Tudományegyetem sajtóközleménye
<https://www.elte.hu/en/content/black-hole-disks-may-be-hiding-in-the-centers-of-galaxies.t.833>
 - Index.hu
https://index.hu/techtud/2018/09/05/magyar_fizikusok_szerint_egy_fekete_lyukakbol_allo_korong_rejlik_a_galaxis_kozepen/
 - Origo.hu
<http://www.origo.hu/tudomany/20180905-fekete-lyukakbol-allo-korongok-rejtozhetnek-a-galaxisok-kozepen.html>
 - Nepszava.hu
https://nepszava.hu/3007545_magyar-kutatok-szerint-fekete-lyukak-hemzseghetnek-a-galaxismagban
 - Magyaridok.hu
<https://magyaridok.hu/belfold/fekete-lyukakbol-allo-korongok-rejtozhetnek-a-galaxisok-kozepen-3452390/>
 - Qubit.hu
<https://qubit.hu/2018/09/05/magyar-csillagaszok-fekete-lyukakbol-allo-gigaszi-korongok-rejtozhetnek-a-galaxisok-kozepen>
 - Infovilag.hu <http://ww2.infovilag.hu/2018/09/05/fekete-lyukakbol-allo-korongok-rejtozhetnek-a-galaxisok-kozepen>
 - Hajdú online
<http://www.haon.hu/magyar-kutatok-fekete-lyukakbol-allo-korongok-rejtozhetnek-a-galaxisok-kozepen/3973871>
 - Érdekesvilág
<http://www.erdekesvilag.hu/magyar-kutatok-eredmenyei-szerint-fekete-lyukakbol-allo-korongok-rejtozhetnek-a-galaxisok-kozepen/>
 - Librarius.hu
<https://librarius.hu/2018/09/07/nagy-jelentosegu-felfedezest-tettek-magyar-kutatok-a-fekete-lyukakrol/>
 - 24.hu
<https://24.hu/tudomany/2018/09/30/vilagvege-fekete-lyuk-csillagaszat/>
 - 24.hu
<https://24.hu/tudomany/2018/10/21/vilagvege-tuz-nap-fold/>

- **Közösségi média:**
 - Youtube
<https://www.youtube.com/watch?v=3MYEJHB9Ly4>
 - Altmetric
<https://aps.altmetric.com/details/34647849/twitter>
- **Rádió interjúk:**
 - a Klub Rádióban szeptember 7-én
 - a Karc FM-en szeptember 13-án
 - a Katolikus Rádióban szeptember 15-én
- **Ismeretterjesztő előadás általános iskolai diákoknak a XVIII. Kiskun - Neptunusz Amatőrcsillagászati Észlelőtáborban július 20-án.**

Kelt.: Budapest, 2019. január 17.