

3. félévi beszámoló

Kunsági-Máté Sándor

E-mail: kunsagisandor@gmail.com

PhD program: Részecskefizika és csillagászat

Témavezető: Dobos László

A dolgozat címe: Gépi tanulás a csillagászatban

2020. január 24.

1. Bevezetés

Kutatómunkám központi témája a galaxisok képeinek szintérbeli/csillagpopulációk szerinti szegmentálása a Dark Energy Survey (DES) G, R, I, Z színszűrőiben készült felvételek alapján. Ebben a félévben a korábban kidolgozott képszegmentációs algoritmus javítását, a szegmensekre számolt színindexek korrekcióját és azok hibájának becslését végeztem el illetve a szegmentálás photo-z eljárásoknál történő alkalmazhatóságát vizsgáltam meg.

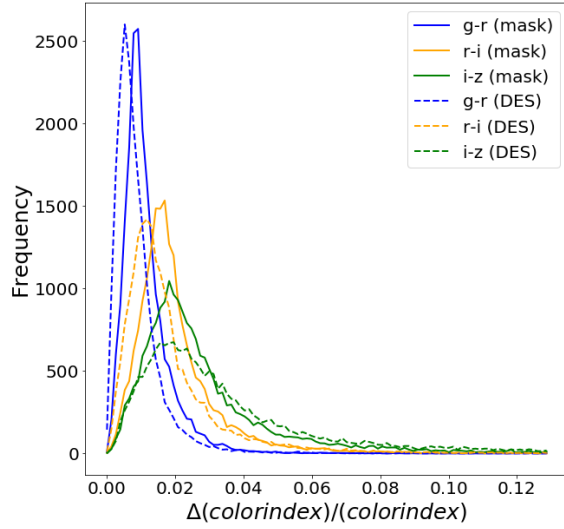
2. Kutatás a harmadik félévben

A vöröseltolódás becsléshez korábban lokális lineáris regressziót [2] alkalmaztam, ahol azonban két korrekció volt szükséges. Egyrészt a bemeneti színindexeknél figyelembe vettem a Tejútrendszer csillagközi anyagának fényszóró hatását ("dereddening" korrekció). A színindexek látóirányfüggő vörösödésének mértékét a [1] cikk 6. táblázata alapján illetve a `dustmaps` python függvénykönyvtár segítségével határoztam meg. Ellenőrzésként összevettem a maszkra kapott extinkcióértékeket a DES adataival, ahol nagyon jó egyezést kaptam.

Másrészt a meghatározott színindexek hibájára adtam becslést, ahol a képalkotásnál beérkező fotonok gyakoriságát Poisson-eloszlással közelítettem. Ekkor egy szegmens a szűrőben mért N_a beütésszámának σ_a szórása: $\sigma_a \approx \sqrt{N_a}$. Az ebből származtatott színindexek ($a - b$) hibája pedig:

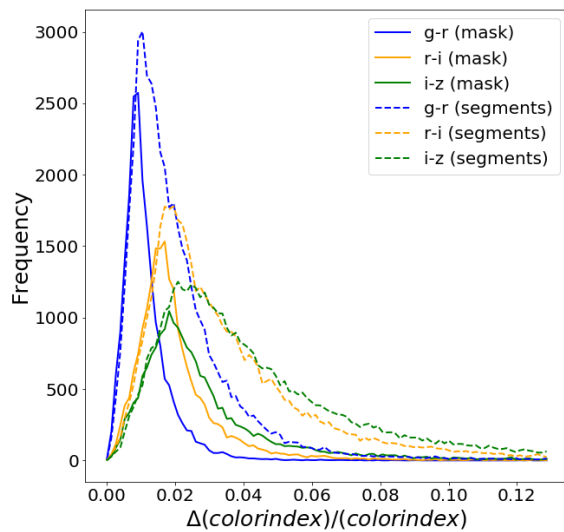
$$\Delta(a - b) = \Delta(| - 2.5 \cdot (\log_{10} N_a - \log_{10} N_b) |) = \frac{2.5}{\ln 10} \cdot \left(\frac{\sqrt{N_a}}{N_a} + \frac{\sqrt{N_b}}{N_b} \right) \quad (1)$$

A meghatározott hibák realiztikusnak bizonyultak, miután ezeket is összehasonlítottam a DES adatbázisában található relatív hibák gyakoriság-eloszlásával (ld. 1. ábra).



1. ábra. A galaxisokra alkalmazott maszk-színindexek relatív hibájának gyakoriságeloszlása saját becslés (folytonos vonal) és a DES adatai (szaggatott vonal) esetén.

Érdeemes megvizsgálnunk azt is, hogy a szegmensek színindexeinek relatív hibája hogyan viszonyul a maszkon számolt értékekhez (ld. 2. ábra). Láthatjuk, hogy jelentősen megnő a nagyobb relatív hiba előfordulási gyakorisága a szegmensek esetén, amit nem hagyhatunk figyelmen kívül a vöröseltolódás-becslésnél.

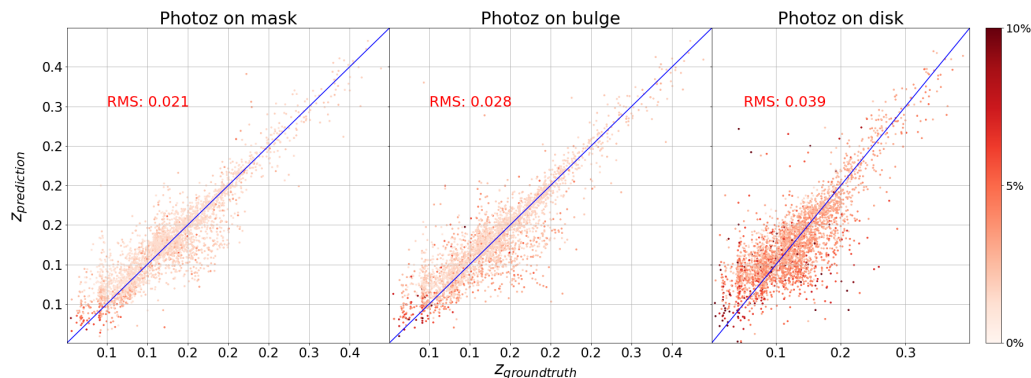


2. ábra. A galaxisokra alkalmazott maszk (folytonos vonal) illetve a szegmensek (szaggatott vonal) színindexeinek relatív hibájának gyakoriságeloszlása.

Ezek után a vöröseltolódásbecsléshez az "Orthogonal distance regression" (ODR) [3] modellillesztési módszert alkalmaztam, ahol a független paraméterek (jelen esetben a színindexek) hibáját figyelembe lehet venni. Erre a feladatra a `scipy.odr` függvénykönyvtárat használtam. A photoz elvégzéséhez használt kb. 3400 galaxis főbb tulajdonságai:

- ún. csendes spirálgalaxisok (HI típus, ld. [4])
- a galaxis két szegmensre bomlott, ami a legtöbb esetben a mag-korong (bulge-disk) felbontást jelenti
- a galaxis mérete (maszk mérete) a [500, 3000] pixel tartományba esik

A 3. ábrán a maszkra illetve a bulge és disk szegmensekre alkalmazott lokális lineáris regresszió eredményét láthatjuk. Az illesztés jóságát jellemző RMS érték továbbra is a maszkon - azaz a teljes galaxisra - számolt színindexek esetén a legkisebb (0.021). Ennél valamivel nagyobb értéket (0.028) kapunk a bulge esetén, a legrosszabb eredményt (0.039) pedig a disk színindexei produkálják. A grafikonokon színkódolással jelöltem az adott becsléshez tartozó színindexek átlagos relatív hibáját. Láthatjuk, hogy az RMS ennek megfelelően növekszik. Összegezve tehát azt mondhatjuk, hogy bár a szegmentálás során elkülönítjük az eltérő színű területeket, azok színindexeinek relatív hibája nagyobb lesz, mint a maszk esetében. Ennek következtében pedig nem tudunk jobb becslést adni a vöröseltolódásra.



3. ábra. Lokális lineáris regresszió alkalmazása a maszk, bulge és diszk színindexeire. A piros színkódolás a színindexek átlagos relatív hibájára utal.

3. Tervezett feladatok

A további szükséges lépéseket az alábbi pontokban foglaltam össze:

- az elkészült galaxisszegmentáló algoritmus publikálása (folyamatban)
- az algoritmus más területeken való alkalmazhatóságának vizsgálata (pl.: azonos látóirányba eső galaxisok szétbontása: deblending eljárások)
- photoz alkalmazása más, a DES-nél jobb jel/zaj arányú felmérés adataira

4. Elvégzett kurzusok a félévben

- Asztrofizikai megfigyelési módszerek (FIZ/2/034E), oktató: Gabányi Krisztina

5. Oktatási és egyéb tevékenység a félévben

- Programozási alapismeretek (progalapf17va), szerdai laborgyakorlatok
- pontozói részvétel a Keszthelyen megrendezett 13. Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpián (IOAA, 2019. augusztus 2-10.)

Hivatkozások

- [1] Edward F. Schlafly and Douglas P. Finkbeiner 2011, ApJ, 737, 103
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Local_regression
- [3] Paul T. Boggs and Janet E. Rogers, 1990, Orthogonal Distance Regression
- [4] Dobos, L., Csabai, I., Yip, C.-W., et al. 2012, MNRAS, 420, 1217