

# ATK Tähtitieteessä 2021 – Harjoitus 5.

---

1. Tee pääohjelma jossa luot ensin taulukot  $x$  ja  $y=f(x)$ , jossa  $y$  on jokin polynomi ja  $x$  sisältää tasaisesti jakautuneita lukuja väliltä  $[-10,10]$ . Lisää taulukkoon  $y$  hälyä `randomn`-funktioilla. Sovita samaasi "dataan" polynomi `poly_fit`-funktioilla.

- Käytä ensin yhtälönä paraabelia ( $y = f(x) = a + b * x + c * x^2$ ,  $a, b, c$  vakioita).
- Kokeile halutessasi jotain toista yhtälöä (esim. kolmannen asteen lisätermi äskeiseen).

Tee kuvaajat `plot()`-komennolla, Lisää kuvaajiin selitykset käyttämällä WINDT-kirjastosta kopiotua `label_data` proseduuria. Käyttöohjeet saat komennolla `doc_library, 'label_data'` (Sama pätee esim. kaikkiin Astro-kirjaston-ohjelmiin, ja yleensäkin IDL-käyttäjien kirjoittamiin verkosta ladattavissa oleviin ohjelmakirjastoihin).

Käytä kuvaajien tekoon myös `plot()`-funktioita, ja piirrä data sekä sen päälle sovitettu funktio. Lisää kuvaajiin selitykset käyttäen `legend`-funktioita.

2. Lataa kurssin kotihakemistosta tiedostot 'galaxies.save' ja 'open\_clusters.save'.

`/study/2021/765304A/ATK2021/galaxies_2014.save`

`/study/2021/765304A/ATK2021/open_clusters.save`

Voit avata nämä IDL:ssä `restore`-komennolla.

Muista `/verbose` keyword.

Tiedosto 'galaxies\_1999.save' sisältää 242323 galaksin koordinaatit (gara,gadec=rektaskensio, ja deklinaatio), ja niiden radiaalinopeudet (vhelio). Piirrä galaksien koordinaatit, mitä voit huomata? Mitä jotkin tiivistymät voisivat olla? Entä mistä johtuvat erikoiset rajat jakaumassa?

Tiedosto 'open\_clusters.save' sisältää avonaisten tähtijoukkojen jakauman taivaalla (ocra,ocdeg). Piirrä se galaksijakauman päälle. Mistä jakaumissa näkyvät erot voisivat johtua? Entä mistä tähtijoukkojen jakaumassa näkyvät tiivistymät voisivat olla?

Kopioi nyt Nasan IDL Astro kirjastosta ohjelmätiedostot 'glactc.pro' ja 'bprecess.pro' hakemistoon jossa työskentelet (kts. <http://idlastro.gsfc.nasa.gov/> ja "One-line descriptions of procedures"). Aliohjelma 'glactc' muuttaa rektaskension ja deklinaation galaktisiin koordinaatteihin, ja ohjelma 'bprecess' on sen tarvitsema aliohjelma. Muunnos on muotoa `glactc,ra,dec,year,g1,gb,1`, missä `ra`, `dec` ovat ekvatoriaaliset koordinaatit, `year` on ekvatoriaalisiin koordinaatteihin viittaava epookki (tässä tapauksessa 2000), ja `g1`, `gb` ovat ohjelman laskemat galaktiset koordinaatit. Piirrä molemmat jakaukmat nyt galaktisissa koordinaateissa. Miltä jakaumat näyttävät nyt?

HUOM: ASTRO-kirjasto on myös `/study/2021/765304A/ATK2021/` hakemiston alihakemistona, joten se tulee automaattisesti käyttöön `.cshrc` tiedostossa olevien polkumäärittelyjen kautta. Voit kopioida sen (tai verkosta googlaamalla helposti löytyvän uusimman version)

myös omaan hakemistoosi. (Listaa `/study/2021/765304A/ATK2021/astro/contents.txt` niin näet mitä kaikkea kirjasto sisältää)

Hubblen lain mukaan galaksin etäisyys saadaan sen etääntymisnopeudesta seuraavasti:  $r = v/H_0$ . Käytä taulukon V nopeuksista laskettuja etäisyyksiä Hubblen vakion arvolla  $H_0 = 75 \text{ km s}^{-1}$ , ja piirrä

- Etäisyys vs. rektaskensio deklinaativälillä  $[-5, 5]$ . Mitä huomaat?
- Kokeile myös deklinaativäliä  $[25.6, 32.5]$ . Mitä näet?
- Plottaa myös kaikki galaksit etäisyysvälillä 10-100 mpc

Lisätehtäviä:

Arvioi karkeasti miten (epä)täydellinen eo. galaksiluettelo on. Laske `histo_f` ohjelmalla etäisyyksien histogrammi, ja vertaa sitä jakaumaan, joka vastaisi tasaista galaksien jakautumaa avaruudessa (ei nyt välitetä galaksien jakauman verkkorakenteesta, eikä siitä että galakseilla on hyvin erilaisia kirkkauksia)? Voit tehdä sen esim. vertaamalla etäisyyksien kumulatiivista jakaumaa (kts. `histo_f` ohjeet kutsumalla sitä ilman parametrejä)  $r^3$  jakaumaan (etsi sopiva normalisointitekijä). Arvioi sen perusteella kuinka suuri osa 100 Mpc:n sisällä olevista galakseista on mukana luettelossa?