Hakemisto /study/2021/765304A/ATK2021 sisaltaa kurssin esimerkkiohjelmia (mm. harj4\_malli.pro - mutta katso sitä vasta harjoituksen jälkeen!), sekä joitakin apuohjelmia (kts. alihakemisto APUOHJELMAT/README), sekä ASTRO-kirjaston (astro\_kirjasto.txt; listaa joitakin tärkeimpiä niistä).

 Kopioi itsellesi /study/2021/765304A/ATK2021 hakemistosta tiedosto soo\_chang\_1988\_table2.dat (Soo-Chang et al. 1998, The Astronomical Journal). Tämä tiedosto sisältää muutaman kymmenen tuhannen tähden tiedot pallomaisesta M53 tähtijoukosta. Tiedostossa on yhdellä rivillä aina yhden tähden seuraavat tiedot:

Numerointi X-koordinaatti Y-koordinaatti V-kaistan magnitudi B-V väri-indeksi

Luo pääohjelma joka lukee tiedostosta koordinaatit, V-kaistan magnitudit ja B-V väriindeksit muuttujiin. Muista että joudut lukemaan riviltä jokaisen sarakkeen johonkin muuttujaan, mutta sinun tarvitsee tallentaa vain edellä mainitut arvot taulukoihin.

• Plottaa koordinaatit plot-proseduurilla. Muistuttaako se lainkaan oikeaa kuvaa kohteesta?



Figure 1: Sloan Digital Sky Survey

• Entä jos rajoitat pisteiden määrää valitsemalla vain V-magnitudia 20 kirkkaammat tähdet? Tee tämä etsimällä ehdon täyttävien tähtien indeksit käyttäen wherefunktiota. Huomaa, että mitä kirkkaampi tähti on sitä pienempi sen magnitudi on. Eli tapauksessamme plottaa tähdet joille V-magnitudi < 20. • Luodaan seuraavaksi väri-magnitudi diagramma tähtijoukosta (ns. *Hertzsprung–Russell*tai yksinkertaisesti *HR*-diagramma). Tämä tapahtuu plottaamalla x-akselille B-V väri-indeksi, ja Y-akselille V-kaistan magnitudi. Huomaa taas miten magnitudit käyttäytyvät, ja määrää sen perusteella y-akselin arvoväli kirkkauden mukaan nousevaksi. Ohessa on esimerkki HR-diagrammasta johon on merkitty muutama sen pääpiirteistä.



2. Laske tähtien keskimääräinen magnitudi ja väri-indeksi kaavalla:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n}{n}.$$

Laskua tehdässä käytännöllisiä IDL:n funktioita ovat total() ja n\_elements(), katso IDL:n manuaalista näiden käyttöä ja mieti miten lasket keskiarvon niiden avulla. Tallenna keskiarvot muuttujiin. Tarkista tuloksesi käyttäen IDL:n mean-funktiota. n

3. Luo tähtien V-magnitudista ja B-V väri-indeksistä histogrammit IDL-funktion *histogram* avulla, katso sen ohjesivusto IDL:n manuaalista. Käytä esimerkiksi seuraavia arvoja:

	Magnitudi	Väri-indeksi
binsize=	0.5	0.1
min=	0.	-5.
max=	30.	5.

Käytä myös locations-avainsanaa tallentamaan binien alkupisteet muuttujaan. Binien alkupisteen sijaan niiden keskipiste on käytännöllisempi plottauksessa, luo siis uusi muuttuja x-koordinaateille joka sisältää binien keskipisteet (esim. x=locations+0.5\*binsize). Plottaa histogrammit käyttäen molempia tapoja:

- V-magnitudien histogrammi plot()-funktiolla käyttäen avainsanaa /histogram,
- ja väri-indeksin histogrammi plot-proseduurilla käyttäen parametria psym=10.

Plottaa vielä histogrammien päälle aiemmassa tehtävässä lasketut keskimääräiset arvot Y-akselin suuntaisena viivana.

Histogrammien tekoon voit käyttää myös APUOHJELMAT-hakemiston histo\_f.proohjelmaa (jos ko. hakemisto on määritelty IDL:n hakupolussa niin IDL löytää ohjelman automaattisesti).

HUOM: plot()-**funktio** voi olla erittäin hidas mikäli käytät IDL:ää yliopiston ulkopuolelta ssh-yhteyden kautta (käytä plot-**proseduuria** sen sijaan).

- 4. Lisää ohjelmaasi vielä seuraavat ominaisuudet:
  - Tallentaa tiedostosta luetut arvot IDL:n save-tiedostoon (koordinaatit, magnitudit, ja väri-indeksit).
  - Kirjoittaa nämä myös tekstitiedostoon.
- 5. Tallenna plot-proseduurin (eli plot, x, y ...) avulla tekemäsi plotit pdf-tiedostoon.
  - Voit tehdä sen luennolla kuvatulla tavalla käyttäen set\_plot ja device komentoja (kts myös esimerkki-tiedostoa harj3\_foresim.pro)
  - Tai helpommin käyttäen eo. komennot kokoavaa psdirect.pro apuohjelmaa ( (kts esimerkki-tiedostoa harj3\_foresim.pro)
- 6. Lisätehtävä: vertaa M53-joukon näennäisten magnitudien avulla piirrettyä HR-diagrammaa lähitähtien absoluutisen kirkkauden avulla piirrettyyn diagrammaan. Tästä voidaan arvioida joukon etäisyys.
  - Kopioi ja lataa restore-komennolla tiedosto /study/2021/765304A/ATK2021/nearby.save.
  - Plottaa M53-joukon (b-v,v) diagrammi ja sen päälle eri värillä (esim col=2) läheisten tähtien (B-V,V) diagrammi (pienet kirjaimet = näennäinen magnitudi, isot=absoluuttinen). Käytä y-akselin välinä esim. [30,-10], jotta molemmat mahtuvat kuvaan. Muistut-tavatko diagrammit toisiaan toisiaan?
  - Yritä etsiä sopiva siirros v+dv, siten että M63-joukon HR-diagrammin pääsarja osuu lähitähtien pääsarjan päälle
  - Arvioi tästä siirroksesta M53 etäisyys. Muista että näennäiset ja absoluuttiset magnitudit liittyvät toisiinsa kaavalla  $m - M = 5 \log_{10}(R) - 5$ , jossa R = etäisyys parsekeissa. (vastaus: n. 18kpc)



/data/heikki/yl124\_wrk\_hsalo/ATK2020/atk2021\_harj4\_lisa

heikki@ Wed Sep 15 09:54:38 2021