ATK Tähtitieteessä harjoitukset 18.10.2005

0. Valmisteluja

- 1) Luo kotihakemistoosi tiedosto `idl.startup`, ja kirjoita siihen allaolevat rivit (`emacs` tai `jmacs` editorilla).
Voit myös kopioida tiedoston komennolla `cp ~hsalo/.idl.startup .`

```
!edit_input=500
DEVICE, True_Color=24
DEVICE, Decomposed=0
DEVICE, Bypass_Translation=0
tek_color
```

IDL suorittaa tämän tiedoston komennot automaattisesti käynnistyessään :
- `!edit_input` säätää IDL:n muistamien komentorivien määrän
- `DEVICE`-komennot mahdollistavat väripalettien käytön
- `tek_color`-komento määrittelee perusvärit

- 2) Tee oma hakemisto idl-ohjelmiasi varten (esim. `mkdir OMAIDL.dir`).
UNIXin `.cshrc`-tiedostossa voidaan määritellä `IDL_PATH` ympäristömuuttuja, joka kertoo mistä hakemistoista - ja missä järjestyksessä - IDL etsii ohjelmia.
Lisää `.cshrc` tiedostoosi allaolevat rivit
(Voit myös kopioida valmiin tiedoston komennolla `cp ~hsalo/.cshrc .`)

```
source /usr/local/rsi/idl/bin/idl_setup
setenv IDL_STARTUP  /idl.startup
setenv IDL_PATH +$IDL_DIR/:~/OMAIDL.dir:+~/ATK2005.dir
```

`+$IDL_DIR/` varmistaa että IDL:n mukana tulevat ohjelmakirjastot on käytössä, sen jälkeen on kaksoispisteellä erotettuna muut ohjelmia sisältävät hakemistot.

- 3) Luo tiedosto `ATK2005.dir` omaan kotihakemistoosi, ja kopioi sinne tämän kurssin ohjelmat:

```
mkdir ATK2005.dir
cp  ~hsalo/IDL_ESIM.dir/* ATK2005.dir
```

Tällöin saat esimerkkiohjelmien lisäksi käyttöösi myös seuraavat sangen hyödylliset apuohjelmat: `nwin` : opens a new window (can be used with !p.multi and ps-files)
`psopen` : opens output for ps-file (vector graphics)
`psclose` : close output for ps-file
`psdump` : dump screen to printer (bitmap)
`wide` : delete all windows
`defplot` : set system plotting variables to default values
`plot_stamp,'text'`: add the string 'text' + a 'timestamp' to the plot
`histo_f` : histograms

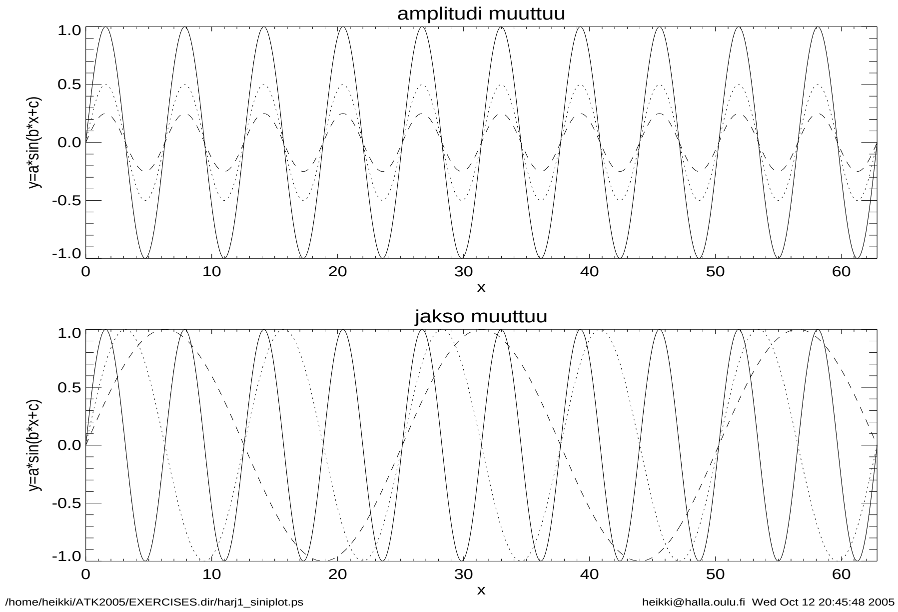
Harjoitus 1

(sivunumerot viittaavat *"ATK TÄHTITIETEESSÄ: IDL:n perusteita"*-monisteeseen)

- Pääohjelman/aliohjelman käyttö (kts s. 7-9)
- kuvan tulostaminen tiedostoon/printterille (PSOPEN,PSCLOSE kts. s. 20)

Tee aliohjelma `siniplot.pro`, joka plottaa tyyppiä `y=A*sin(B*x+C)` olevan funktion kuvaajan. Aliohjelmaan syötetään argumentti `x` ja parametrit `A,B,C`, ja keywordeillä voidaan valita tulostuksen väri ja viivatyyppi, sekä se plotataanko kuvaaja aiemman kuvaajan päälle.

Tee `siniplot.pro`'ta kutsuva pääohjelma, jossa määritetään sopiva argumentti `x`, ja plottaa esim. allaolevan esimerkin mukaisesti erilaisen amplitudin ja periodin omaavia kuvaajia (käytä `!p.multi` muuttuja, kts. s. 15)



Kuva 1: Kuva tehty `harj1_siniplot.pro` ohjelmalla (sisältää sekä pää- että aliohjelman

Sinikäyrän piirtämistä mielenkiintoisempaa voi olla esim. heittoliikkeen havainnollistaminen: plottaa yhtälöt $x = v_x t, y = v_y t - 0.5gt^2$ erilaisilla alkunopeuksilla v_x, v_y, käyttäen parametrinä ajan sisältävää taulukkoa t (painovoiman kiihtyvyys $g = 9.81m/s^2$)

Harjoitus 2

- Datan lukeminen ascii-tiedostosta
- 'Oikealla' datalla leikittelyä (asteroidi-perheet, Kirkwoodin-aukot)

Luetaan tiedostosta 'triad_simple.dat' asteroidien dataelementtejä. Tiedoston alku näyttää seuraavalta:

```
ASTEROIDIEN RATAELEMENTTEJA (kts triad_read.pro)
NUMBER    A     E    sinI     WBAR    NODE
     0     2.76700    0.0970    0.1690      147.80        78.70
     1     2.77100    0.1800    0.5840      156.10       184.30
     2     2.67000    0.2180    0.2450       63.60       172.60
     3     2.36200    0.0970    0.1120      228.00       107.10
     4     2.57800    0.2150    0.0830      143.50       152.70
```

Ilmeisestikin tiedostossa on kaksi selittävää riviä, ja sen jälkeen epämääräinenmäärä rivejä, joilla on annettu kullakin kuusi lukua: asteroidin järjestysnumero,keskietäisyys (yksikkönä AU), eksentrisyys, sin(inklinaatio), perihelin suunta, nousevan solmun suunta.

Tee ohjelma, joka lukee tiedoston sisällön muuttujiin `num, a, e, sini, wbar, node` (kts. monisteen s. 25)

Miltä näyttää esim `e vs. a` plotti, entä sini vs. a?
entä muut riippuvuudet?
Tulosta mielenkiintoiset plotit printterille.

Katso myös keskietäisyyksien jakauman histogrammia (käytä `histo_f.pro` ohjelmaa:
esim `histo_f,a,amin,amax,da,/plot,nsum=10`

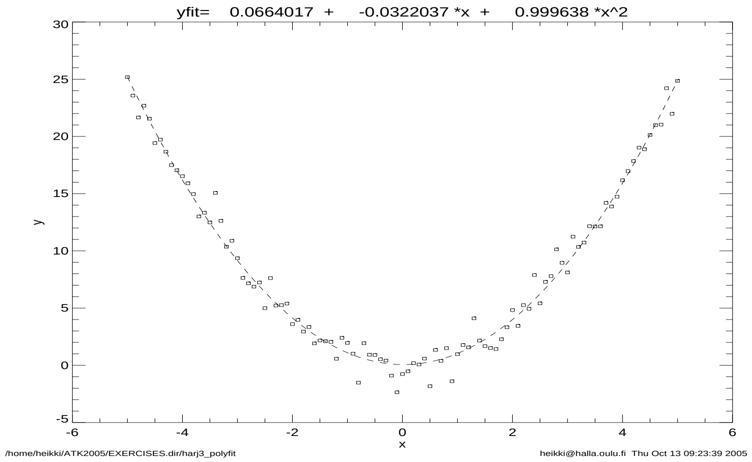
Jakaumassa olevat aukot liittyvät Jupiterin aiheuttamiin häiriöihin, jotka ovat erityisen voimakkaita ns. resonassikohdissa, joissa asteroidin ja Jupiterin kiertoajat muodostavat kokonaislukusuhteen (esim 2:1, 5:2).
Laske resonassietäisyyksiä käyttäen hyväksi Keplerin kolmatta lakia: $P^2 \sim a^3$; Jupiterin isoakseli on 5.2028 AU.

Kyllästyttyäsi voit katsoa tiedostossa `harj2_triad.pro` olevaa esimerkkiohjelmaa ja paria tämän ohjeen lopussa olevaa kuvaa.

Harjoitus 3

- IDL:n matemaattiset ohjelmat

Tarkastellaan yhtä IDL:n monista sisäänrakennetuista numeerisista ohjelmista, pienimmän neliösumman polynomisovituksen tekevää `poly_fit` ohjelmaa. Luo ensiksi taulukot x ja y=f(x), missä y on jokin polynomifunktio. Lisää sitten y:hyn satunnaista hälyä `randomu`-komennolla, joka luo tasaisesti jakautuneita satunnaislukuja välillä [0,1]. Sovita sitten saamaasi "dataan" polynomi.



Kuva 2: Parabelin $y = x^2$ y-pisteisiin on lisätty normaalisesti jakaantunutta hälyä (keskiarvo 0, hajonta 1). Ohjelmaesimerkki tiedostossa `harj3_polyfit.pro`

Voit kokeilla myös täysin erilaisilla funktioilla luodulla datalla, käyttäen IDL:n `svdfit` yleistä sovitusohjelmaa. Käyttöohjeen löydät joko IDL:n helpistä (avautuu antamalla ?), tai kätevämmin `doc_library,'svdfit'`

Harjoitus 4

- oikeaa dataa, ASTRO-kirjaston käyttö

IDL:n save-tiedostossa `galaxies.save` on yli 50 000 galaksin paikkakoordinaatit (GARA=rektaskensio ja GADEC=deklinaatio) sekä radiaalinopeudet (VHELIO). Tulosta galaksien jakauma taivaalla. Mitä huomaat?

Tiedostossa `open_clusters.save` on avonaisten tähtijoukkojen jakauma taivaalla (OCRA,OCDEC). Tulosta se galaksijakauman päälle. Mistä johtuu ero jakaumissa, ja mitä voisivat olla avonaisten tähtijoukkojen jakaumassa näkyvät tiivistymät?

Tähtitieteellisessä IDL-kirjastossa "ASTRO" on useita tähtitieteellisiä rutiineja. Yksi niistä muuttaa rektaskension ja deklinaation galaktisiksi koordinaateiksi l,b tai päinvastoin. Muunnos galaktisiin koordinaatteihin on seuraavaa muotoa `glactc,ra,dec,year,gl,gb,1`, missä `ra,dec` ovat ekvatoriaaliset koordinaatit, `gl,gb` galaktiset koordinaatit, `year` on ekvatoriaalisiin koordinaatteihin viittaava epookki, tässä tapauksessa 2000. Miltä edelliset jakaumat näyttävät galaktisissa koordinaateissa tulostettuina?

ASTRO-kirjaston saat käyttöösi kopiomalla (muista `$cp` jos kopioit IDL komentotilasta):

```
cp -r  ~hsalo/astro  /ATK2005.dir
```

Tällöin kirjasto kopioituu ATK2005.dir hakemiston alihakemistoksi. (.cshrc tiedoston IDL_PATH muuttujan määrittely sisälsi '+' merkin ATK2005.dir hakemiston edessä, mikä merkitsee että IDL löytää automaattisesti kaikki sen alihakemistot). (Listaa astro/contents.txt niin näet mitä kaikkea kirjasto sisältää)

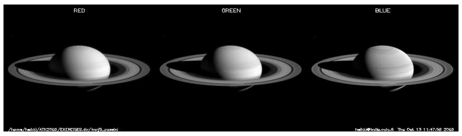
Hubblen lain mukaan kaukaisen galaksin etäisyys saadaan sen etääntymisnopeudesta seuraavasti: $r = v/H_0$. Käytä taulukon `vhelio` nopeuksista laskettuja etäisyyksiä Hubblen vakion arvolla $H_0 = 75 kms^{-1}Mpc^{-1}$ ja tulosta etäisyys vs rektaskensio, deklinaatiovälillä [26.5,32.5]. Mitä huomaat?

Harjoitus 5

- TV-rutiinien käyttö, PSDUMP

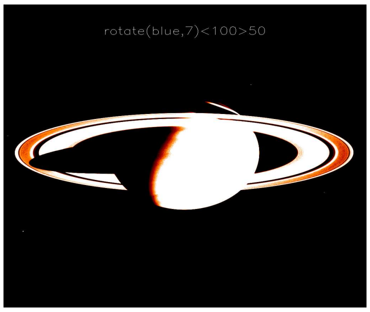
IDL-save tiedostossa saturn.save on Cassini luotaimen Saturnuksesta n. 50 miljoonan kilometrin päästä ottama rgb-kuva (muuttuja `saturn`), sekä siitä erilleen poimitut kaistat (`red, green, blue`).

Tulosta eri kaistojen kuvat samaan ikkunaan: avaa esim 762,256 ikkuna, ja tulosta tvscl-komennolla 256,256 kokoon rebinnatut kaistojen kuvat tahan samaan ikkunaan (kts monisteen sivu 21). Kirjoita kunkin kuvan ylalaitaan otsikko (xyouts, device-koordinaatit kts. s.16). Käytä `psdump` ohjelmaa kuvan tiedostoon tallentamista varten. Mitä huomaat tarkkuudesta? Entä mitä tapahtuu jos käytät `psopen ja psclose` komentoja?

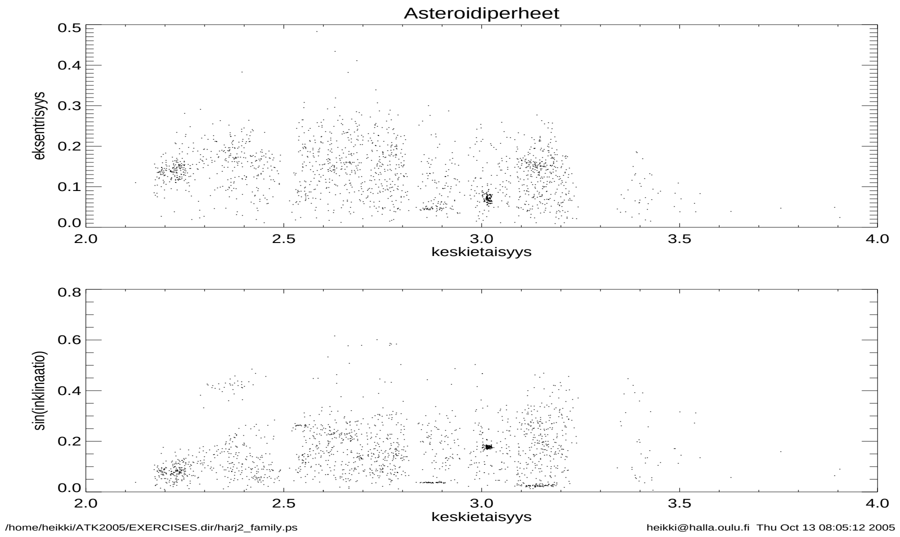


Kuva 3: Kuva tehty `harj5_cassini.pro` ohjelmassa

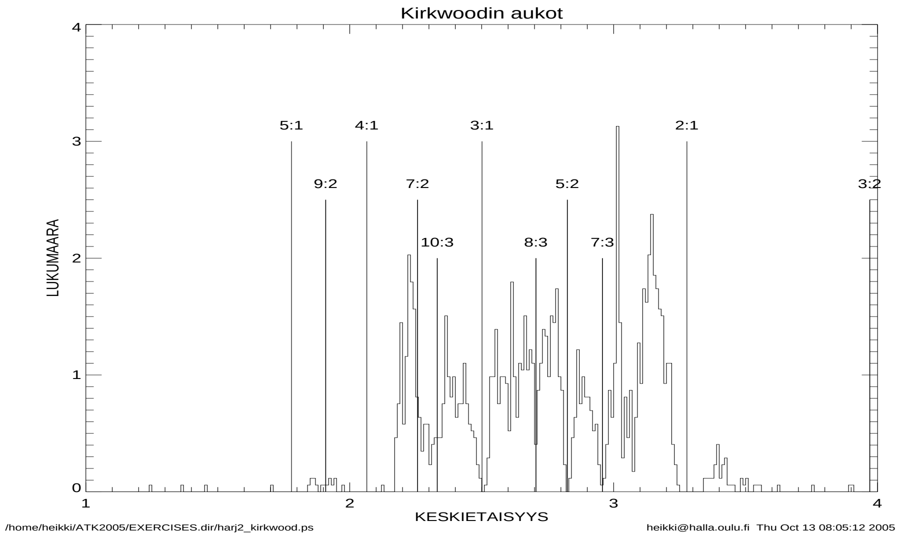
Saturnus-kuvassa on näkyvissä A-renkaan atsimutaalinen kirkkaus-asymmetria. Valitse esim `blue`-kuva, ja tulosta sitä eri skaaloissa `tv,blue>min<max`. Kokeile esim,min=70,max=90: mitä huomaat?



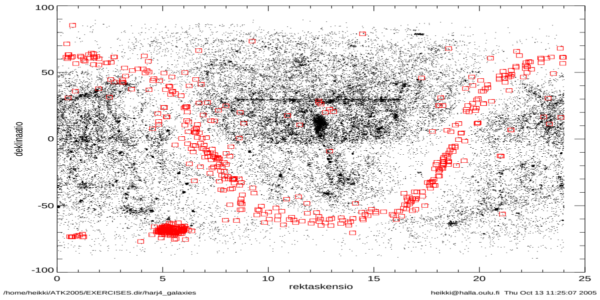
Kuva 4: A-renkaan asymmetria



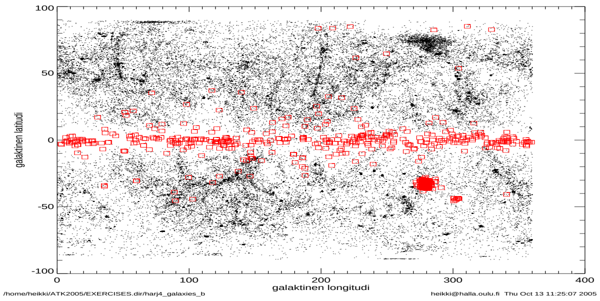
Kuva 5: Kuva tehty `harj2_triad.pro` ohjelmassa



Kuva 6: Kuva tehty `harj2_triad.pro` ohjelmassa



Kuva 7: Kuva tehty `harj4_galaxies.pro` ohjelmasa



Kuva 8: Kuva tehty `harj4_galaxies.pro` ohjelmasa