

HR-diagramma

Työohje kurssiin 766107P
Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt 6 op /
Tähtitieteen työt 3 op

Fysikaalisten tieteiden laitos / Tähtitieteen osasto
Oulun yliopisto

2008

1 Tehtävä

Tässä harjoitustyössä on tarkoituksena luoda IDL-kielinen ohjelma, joka tulostaa HR-diagrammat lähimmille- ja kirkkaimmille tähdille. Kuvioita on vertailtava toisiinsa ja tunnistettava eri tähtityypit. Lisäksi on selvitettävä miksi diagrammat poikkeavat niin paljon toisistaan.

2 HR-diagramma

Hertzsprungin-Russelin diagramma esittää riippuvuutta tähtien absoluuttisen magnitudin ja spektriluokan välillä. Kuviossa vaaka-akselilla on yleensä spektriluokka tai jokin väri-indeksi (tässä B-V) tai efektiivinen lämpötila ja pystyakselilla absoluuttinen visuaalinen suuruusluokka (eli magnitudi) M_v . HR-diagramma on ollut ja on vieläkin eräs tärkeimmistä työvälineistä tähtien kehityksen selvittämisessä.

Kirjallisuutta:

Karttunen: Tähtitieteen perusteet, uudistettu laitos, URSA 1995

Tähtitieteen johdatuskurssin luennot

3 Työn suoritus

Tässä työssä tarkastellaan kahta tähtiä; Aurinkoa lähimpiä tähtiä (n. 3000 kpl) ja visuaalisesti kirkkaimpia tähtiä (n. 9000 kpl). Datatiedostot ovat ”Hiiden” hakemistossa; /data2/HR/ ja ovat nimeltään `cns3.dat` ja `bsc5.dat`. Tiedostoihin liittyvät dokumentit ovat liitteenä työohjeen lopussa.

Lähimmille tähdille on ilmoitettu sekä väri-indeksi B-V¹, että absoluuttinen visuaalinen magnitudi M_v . Kirkkaimpien tähtien taulukossa ei ole ilmoitettu absoluuttista visuaalista magnitudia, joten se on laskettava käyttäen apuna näennäistä visuaalista magnitudia m_v . M_v :n selvittämiseksi on tiedettävä tähden etäisyys Auringosta. Taulukossa on annettu tähdille trigonometriset parallaksit π , joista etäisyydet voidaan laskea.

Jos π on annettu kaarisekunteina ($''$), niin tähden etäisyys, r voidaan laskea:

$$r = \frac{1}{\pi}, \tag{1}$$

jossa $[r] = pc$ (parsekia).

Kun tunnetaan r ja m_v ja oletetaan tähtienvälisen aineen aiheuttama absorptio eli ns. ekstinktio nolaksi, voidaan M_v johtaa kaavasta:

$$m_v - M_v = 5 \lg \frac{r}{10pc}. \tag{2}$$

Tehtävänä on tulostaa tiedostosta lukemalla ja tarvittaessa em. kaavoja (1) ja (2) käyttäen sekä lähimpien, että kirkkaimpien tähtien HR-diagrammat. Tulosta kuvaajat samaan skaalaan vertailun helpottamiseksi. Vertaa kuvaajia ja selitä erot. Mitä B-V -väri-indeksi kertoo tähdestä? Entä Absoluuttinen visuaalinen magnitudi? Tunnista eri tähtiluokat (valkoiset kääpiöt, pääsarja, jättiläiset ja ylijättiläiset). Tulosta myös M_v r :n funktiona molemmille otoksille. Mitä näistä kuvaajista voidaan päätellä? Kirjallisuutta saa vapaasti käyttää johtopäätöksiä tueksi.

4 Tietojen lukeminen tiedostosta IDL-ohjelmiin

Ennen tiedoston käsittelyä on se avattava. IDL:ssä tiedosto avataan lukemista varten käskyllä; `OPENR`. Esim:

¹B-V -väri-indeksi (blue-visual) saadaan vähentämällä B- ja V-magnitudit keskenään.

```
OPENR,1,'/polku/tiedosto.dat'
```

Periaatteessa voitaisiin lukea tieto suoraan muuttujiin:

```
READF,1,muuttuja1,muuttuja2,muuttuja3, ...jne.
```

Tässä työssä käytettävien tiedostojen tapauksessa se ei kuitenkaan ole järkevää, koska käytettävissä taulukoissa on kymeniä eri sarakkeita, joista vain parin tietoja tarvitaan. Parempi tapa on on lukea tiedostosta yksi rivi kerrallaan ja valita tarvittavat tiedot. Tämä tehdään siten, että määritellään yksi suuri merkkijonomuuttuja, johon tiedoston yksi kokonainen rivi mahtuu. Koska kukin sarake alkaa vakiopaikasta, voidaan haluttu muuttuja etsiä merkkijonosta käskyllä; STRMID.

Oletetaan, että tiedostossa `"/polku/tiedosto.dat"` `"muuttuja1"`-niminen muuttuja alkaa rivin 18. merkkipaikasta ja on 5 merkkiä pitkä. (HUOM! IDL:ssä ensimmäisen merkin indeksi on 0 (nolla)!

```
esim.pro
rivi = ''
muuttuja1 = FLTARR(1000)
OPENR,1,'/polku/tiedosto.dat'
FOR I=0,999 DO BEGIN
  READF,1,rivi
  muuttuja1(i) = FLOAT(STRMID(rivi,17,5))
ENDFOR
END
```

Joissakin tapauksissa tiedoston sisältämä aineisto on epätäydellinen, ts. kaikilla riveillä ei ole halutun sarakkeen tietoja. Tyhjä paikka rivillä aiheuttaa ongelmia, sillä muunnettaessa viiden merkin pituista tyhjää merkkijonoa liukuluvuksi tulee ilmoitus muunnosvirheestä. Ohjelma ei kylläkään pysähdy tähän, mutta ruutu tulee täyteen virheilmoituksia. Kunnon ohjelmoijat, kuten me, haluamme tietysti päästä eroon tällaisesta ikävästä ominaisuudesta. Ja keino tähän on tarkistaa lukuvaiheessa mitä tiedostosta tulee ulos: Oletetaan, että `muuttuja1:n` oikeat arvot ovat välillä $[-10, 10]$. Komennolla `FLTARR(1000)` luodussa taulukossa olevat arvot ovat aluksi kaikki nolliä. Luodaankin taulukko nyt: `muuttuja1 = FLTARR(1000) + 99.99`. Luettaessa taulukkoa jätetään sijoittamatta mitään niille kohdille, joissa tiedostossa oli tyhjä paikka ts. jätetään paikoilleen "höpöarvot",99.99. Tulosten käsittelyssä nämä kelvottomat arvot voidaan sitten jättää huomioimatta. Muutetaan hieman edellistä ohjelmaa:

```

esim.pro
.
muuttuja1 = FLTARR(1000) + 99.99
.
.
.
IF(STREAMID(rivi,17,5) ne '      ')
THEN muuttuja(i) = FLOAT(STRMID(rivi,17,5)
ENDFOR
ind = WHERE(muuttuja1 ne 99.99)
muuttuja1 = muttuja1(ind)

```

IF-lauseen sisällä täytyy lainausmerkkien sisällä olla niin monta välilyöntiä kuin on STRMID:llä luettavan merkkijonon pituus, tässä tapauksessa 5.

Jos tiedoston pituutta ei tiedetä tai muuten vain mukavuussyistä (?) halutaan välttää FOR-silmukkaa, voidaan lukemisessa käyttää WHILE-lausetta

```

i = 0
WHILE NOT EOF(1) DO BEGIN
.
.
i = i + 1
ENDWHILE

```

Edellä oleva silmukka jatkuu automaattisesti tiedoston loppuun.

Kirjallisuutta:
 IDL User's Guide
 ATK tähtitieteessä -kurssin luennot